



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**POSGRADO EN GEOGRAFÍA**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES EN  
GEOGRAFÍA AMBIENTAL**

**CARACTERIZACIÓN DEL PAISAJE  
RIPARIO EN UNA CUENCA COSTERA EN  
MICHOCÁN**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MAESTRO EN GEOGRAFÍA ORIENTACIÓN:  
GEOGRAFÍA AMBIENTAL**

**PRESENTA:**

**ROMÁN HERNÁNDEZ PEDRERO**

**DIRECTOR DE TESIS: DR. MANUEL EDUARDO MENDOZA CANTÚ**

**CO-DIRECTOR: MH. PEDRO SERGIO URQUIJO TORRES**

**CIGA**

**CENTRO DE INVESTIGACIONES  
EN GEOGRAFÍA AMBIENTAL**

**2012**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mi mamá, mi papá, mi hermana y mi hermanito

# Agradecimientos

A proyecto PAPIIT-DGAPA (IN305010) por el apoyo recibido para realizar las salidas de campo.

A los asesores de esta tesis Manuel Mendoza y Pedro Urquijo por su tiempo, dedicación y paciencia en orientarme a través de este proceso de investigación.

Al comité de sinodales conformado por Gerardo Bocco, Manuel Maass y Diego Pérez por sus acertados comentarios y sugerencias, las cuales enriquecieron enormemente este trabajo.

Al M. C. Juan Martínez del Centro de Investigaciones en Ecosistemas por su ayuda en la identificación de los ejemplares botánicos colectados en campo.

A los profesores de la maestría del CIGA, especialmente a Ana Burgos, por quien ingresé a este programa de posgrado y a Luis Miguel Morales quien me apoyó en la elaboración de los mapas y me brindó su amistad incondicional.

A los monjes Ishayas que conocí en Morelia: Krishnananda, Yogini Devi, Sukradev, Tejasa, Padma Devi y Paramika, por abrir su corazón y conducirme gentilmente al regreso de mi propia esencia, mi divinidad.

A mis compañeros de posgrado: Ulises, Pulques, Davuat, Reyna, Iván y en especial Ale Mena y Maluca, por la amistad y buenos ratos.

A mis amigos que conocí durante mi estancia en Morelia, en especial a Chente y a Tona.

A ti, Gran Espíritu, por la vida, el amor y el gozo que me transmites desde este momento eterno.

# Índice

Reflexión personal	5
1. Introducción	8
Objetivo general	11
Objetivos particulares	11
2. Marco conceptual	12
2.1 Cuenca	15
2.2 Zonas funcionales	16
2.3 Segmento	17
2.3.1 Geomorfología	17
2.3.2 Vegetación	19
2.3.3 Manejo	20
3. Antecedentes	22
4. Área de estudio	24
5. Materiales y Métodos	28
5.1 Materiales	28
5.2 Métodos	28
5.2.1 Técnicas para el análisis biofísico	28
<i>Cuenca</i>	28
<i>Zonas funcionales</i>	29
<i>Segmento</i>	31
<i>Análisis estadísticos</i>	32
5.2.2 Procesos sociales: Manejo	32
6. Resultados	36
6.1 Tipos de cobertura	36
6.2. Descripción biofísica del arroyo	38
6.2.1. Geomorfología	39
6.2.2 Vegetación riparia	42

Riqueza, abundancia y densidad	42
Composición	43
Valor de importancia relativa (VIR)	45
Estructura	47
6.3 Manejo	48
6.3.1 Propiedad de la tierra	48
6.3.2 Usos del área riparia	49
<u>Marcar el agua</u>	53
<u>Sembrar el agua</u>	53
7. Discusión	56
8. Conclusiones	62
Bibliografía	63

## **Reflexión personal**

Antes de comenzar esta tesis de maestría quiero incluir este breve capítulo de reflexiones, el cual si bien no está relacionado con el tema central de esta investigación, considero que es importante presentarlo ya que plasma una cosmovisión que permite a todo ser humano reencontrar el significado de la vida al tiempo que pueda vivir en paz, amor, felicidad, conciencia y conexión con todo el resto de la biósfera.

El mundo, tal como lo conocemos actualmente, se encuentra mayormente en procesos autodestructivos en los que la pobreza, injusticia, violencia, desigualdad, desnutrición, extinción, desertificación, entre otros problemas ambientales y sociales, son constantes y se repiten una y otra vez en diversos sitios alrededor del mundo. Diversas instituciones y organizaciones a nivel tanto local como global actúan en contra de esta tendencia desde hace muchos años; sin embargo, es claro que no han logrado un verdadero cambio, puesto que el mundo continúa siendo igual. De entre todos los problemas que aminoran la calidad de vida de los seres humanos y la salud de los ecosistemas hay uno raíz, que tiene que ver con el modo en el que cada ser humano percibe el mundo. Con percepción me refiero al proceso nervioso en el que un organismo recibe e interpreta la información proveniente de su entorno.

Algunas religiones y creencias espirituales sostienen que el ser humano percibe a través de diferentes centros energéticos, los cuales son, por lo general, el físico, mental, emocional y espiritual. El problema fundamental del ser humano radica en que éste ha olvidado la existencia de estos centros energéticos y centra su atención únicamente en el mental. El hombre actual es incapaz de permanecer un instante sin escuchar los pensamientos, las voces de su mente que comentan cada emoción, sentimiento y acción de la vida cotidiana. Al centrar nuestra atención únicamente en nuestros pensamientos, no nos es posible percibir a través de nuestros otros centros energéticos plenamente, por lo que no solemos desarrollarlos.

La mente es una parte fundamental de nuestro ser, pero como tal es sólo una parte, una herramienta, la cual es limitada e incapaz de experimentar las energías más sutiles y aquellas que conllevan a la evolución de la conciencia. Los niños, por ejemplo, al no estar limitados a percibir únicamente con su mente, responden con inocencia ante cada nueva situación que se les presenta, pudiendo desarrollar habilidades pocas veces comprendidas por los adultos. Los niños no se pasan los días preocupados o deprimidos, ellos sonrían, viven el momento, en conexión con

el Todo. Sin embargo, conforme vamos creciendo vamos aprendiendo a cómo reaccionar ante los distintos sucesos de nuestra cotidianeidad, aprendidos de nuestra familia, amigos y medios de comunicación masiva. Estas reacciones llegan a ser repetitivas, por lo que cada vez que nos ocurre algo que ya hemos vivido, reaccionamos siempre de la misma forma. De este modo siempre actuamos de la misma manera ante los estímulos que conocemos, con lo que se ha hecho la analogía de que somos como robots o que estamos dormidos, actuando sólo por inercia ante los fenómenos de nuestra vida.

Con el paso del tiempo y en general cuando llegamos a la vida adulta, la mayoría de las personas hemos perdido esa plasticidad para interpretar el mundo y solemos centrar nuestra atención únicamente en la mente (a través de pensamientos, juicios, asociaciones, creencias y conceptos). La mente suele tener un mismo esquema, una misma forma de funcionar, en la que se centra únicamente la atención en ideas sobre el pasado o el futuro, sin poder experimentar nunca el momento presente. La limitación de la mente, además, se manifiesta a través de nuestro ego, el cual nos hace creer que somos entes individuales, separados del resto del mundo y de la divinidad. Este justamente es el mayor problema de percibir únicamente a través de la mente, pues no nos posible experimentar nuestra conexión con la energía divina, conciencia universal, Dios, Gran Espíritu, Hunab Ku, Wakan Tanka, Madre Naturaleza o el nombre que cada quien otorgue a la mayor fuerza universal del bien, la cual nos conecta con todo el universo y da sentido y coherencia a la vida.

Prácticamente todas las tradiciones religiosas y/o espirituales coinciden en que el ser humano es capaz de alcanzar un estado superior de conciencia, conocido como iluminación o unidad, el cual es de hecho nuestro derecho de nacimiento, pues en ese estado venimos al mundo, pero vamos perdiendo la conciencia de la conexión poco a poco. Alrededor del mundo existen diversas tradiciones que hacen alusión al proceso mediante el cual el ser humano evoluciona a su estado más elevado, el cual suele representarse a través de águilas o seres alados, como ocurre con la imagen de Quetzalcóatl, la serpiente emplumada, o el caduceo de mercurio, símbolo de la medicina moderna. Las coincidencias en estos aspectos tratan de religar el mundo en sus diversos aspectos, pero para poder percibirlo es necesario alcanzar un estado de conciencia que nos permita conocernos y reencontrarnos nuevamente como una especie clave en el desarrollo evolutivo del planeta, pero no sólo como una idea, sino como una experiencia.

La solución a los problemas del mundo ocurrirán cuando podamos acceder a este estado de conciencia, que no es otro que el que promovieron Jesús, Buda, Mahoma y Quetzalcóatl, y que actualmente promueven otros seres, como el Dalai Lama, Eckhart Tolle y Maharishi Krishnananda Ishaya, entre otros. Cada día, además, mayor número de personas se interesan en la conciencia, por lo que cada vez es más fácil alcanzar estos estados de conciencia, dada nuestra conexión con el Todo. Te invito a que practiques alguna disciplina espiritual que te permita identificar que los pensamientos sólo son una parte de nuestro ser y que hay mucho más. Al cesar la mente, sólo se experimenta paz y gozo, con lo que se vive la vida de manera feliz, armónica y en conexión con todo y todos, tal como ha ocurrido varias veces en la historia de la humanidad.

**Tarkshya Ishaya**

# 1. Introducción

Los ríos y sus cuencas de drenaje constituyen el motor biológico del planeta en su componente continental, ya que son la base de la vida y el medio de subsistencia de miles de sociedades en diferentes regiones, especialmente en las zonas áridas, semiáridas y tropicales del planeta. Los ríos son las arterias de los continentes y drenan cuencas que varían en tamaño, arreglo geomorfológico y clima (Naiman *et al.*, 2005). Los ríos desempeñan funciones vitales tanto para los ecosistemas como para la sociedad, incluyendo consumo de agua, necesidades de salud e higiene, usos agrícola, industrial, de navegación y varias asociaciones estéticas, culturales, espirituales y recreacionales (Toledo, 2006).

Los paisajes riparios son los hábitats más dinámicos y complejos biofísicamente en la porción terrestre del planeta (Naiman *et al.*, 1993), ya que éstos poseen un mosaico inusualmente diverso de formas de relieve, suelos y comunidades (Gregory *et al.*, 1991; Naiman *et al.*, 1993; Naiman y Décamps, 1997) que interactúan con la atmósfera circundante (factores climáticos e hidrológicos), la biósfera (factores bióticos), la tierra (factores terrestres o geológicos - Brierley y Fryirs, 2006) y la historia de uso del suelo (Tabachi *et al.*, 1998). Los paisajes riparios son nodos de diversidad ecológica a escala de cuenca, actúan como puntos de control para el almacén y la transformación de nutrientes esenciales, son dinámicos biofísicamente, exhiben una resiliencia extraordinaria en respuesta al disturbio, y son muy útiles en el manejo de cuencas (Naiman *et al.*, 2005).

De acuerdo con algunos autores (González del Tánago y García de Jalón, 1998), son los hábitats que más han sido aprovechados y modificados por el ser humano a lo largo de la historia, ya que la mayor parte de los asentamientos humanos se dan cerca de cuerpos de agua.

Conceptualmente, un paisaje ripario se conforma por el cauce de un arroyo, entre sus niveles máximos y mínimos de agua, así como por el paisaje terrestre aledaño ubicado sobre el nivel máximo de agua donde la vegetación se puede establecer y que está influido por las crecidas y la habilidad de los suelos para conservar el agua (Naiman y Décamps, 1997, Nilsson y Svedmark, 2002; Naiman *et al.*, 2005). Además, como todo paisaje, incluye a las personas que viven de y para él. (Fig. 1).

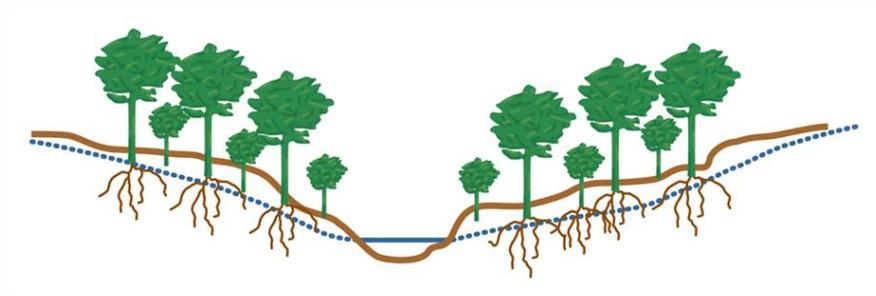


Figura 1. Esquema transversal de un paisaje ripario

El paisaje ripario es un sistema abierto, ligado longitudinal, lateral y verticalmente por procesos hidrológicos y geomorfológicos que ocurren dentro de una jerarquía temporal (Ward, 1989). Estos procesos hidrológicos y geomorfológicos establecen la plataforma física y proveen restricciones sobre las cuales operan los procesos químicos y biológicos (Tabachi et al., 1998).

Los paisajes riparios son caracteres lineales del paisaje, estructurados en redes sobre grandes áreas, que presentan arreglos espaciales en los que se alternan secuencias de partes encañonadas y partes con planicie de inundación (Fig. 2); son componentes clave del paisaje al mantener la conexión biológica a lo largo de extensos y dinámicos gradientes ambientales (Naiman *et al.*, 1993; Malanson, 1993; Nilsson y Svedmark, 2002, Amoros y Bornette, 2002, Ward *et al.*, 2002).



Figura 2. Secuencia de partes encañonadas y con planicies de inundación a lo largo del paisaje ripario. Tomado de Naiman *et al.* (2005).

Los paisajes riparios brindan a los seres humanos diversos servicios ecosistémicos tanto en su componente acuático como en el terrestre. Los servicios ecosistémicos se refieren a un amplio rango de condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales y las especies que son parte de ellos, ayudan a sostener y a satisfacer la vida humana (Daily *et al.*, 1997). Dentro del acuático, el paisaje ripario estabiliza los bancos del río, protege los suelos contra la erosión

superficial y refuerza su resistencia a la desestabilización. Como consecuencia, provee claridad al agua al reducir la cantidad de sedimentos erodados de los bancos del río y previene el anegamiento de hábitats acuáticos sensibles. Sobre todo, el paisaje ripario atrapa nutrientes difusos en la superficie o debajo de ella, contribuyendo a evitar el sobre enriquecimiento de los ríos por el fósforo o nitrógeno (Naiman *et al.*, 2005). Respecto al ambiente semiterrestre (i.e. terrazas aluviales), el paisaje ripario forma corredores que facilitan el movimiento de ciertas especies sobre redes hidrográficas y que pueden ser esenciales para la supervivencia de poblaciones fragmentadas así como para el incremento de la diversidad regional de especies acuáticas y terrestres. El paisaje ripario complementa los pastizales y la agricultura al proveer forraje, leña, y otros productos especializados, y provee hábitat para varias especies de animales, aves, e invertebrados, que controlan plagas en las tierras agrícolas aledañas y forman barreras naturales protegiendo cultivos de vientos directos y como reguladores en temperaturas extremas (Naiman *et al.*, 2005).

Para comprender el estado actual de los paisajes riparios, es necesario estudiarlos desde un enfoque integral, en el que se consideren aspectos tanto biofísicos como culturales y se considere su *especialización*; es decir, geografizando la investigación. En este sentido, los conceptos de paisaje y de cuenca son muy útiles. Como trataremos más adelante, un paisaje es una unidad espacial en la cual intervienen aspectos tanto naturales como culturales (Sauer, 1925 [2006]) mientras que la cuenca, al estar topográfica e hidrográficamente definida, se ha considerado como una unidad fundamental del paisaje (Brooks, 1991).

A grandes rasgos, las ciencias que pusieron los cimientos teóricos para la comprensión del paisaje ripario son la hidrología, la geomorfología y la ecología (Toledo, 2006). La hidrología analiza el estado y la dinámica del agua y se especializa en explicar y describir las diferentes fases del ciclo hidrológico (Dickinson, 1991). La geomorfología se concentra en la acción de los procesos geomorfológicos asociados con la precipitación y los flujos superficiales y subterráneos sobre una cuenca hidrológica en un contexto espacial (Toledo, 2006). La ecología, por su parte, estudia la interacción biótica-abiótica, y plantea la relación entre la ecología terrestre y la acuática (Wiens, 2002).

El concepto de paisaje se suele confundir con el de ecosistema, pero es importante resaltar que este último se centra en la interacción de diversos procesos físicos, químicos y biológicos, desde un enfoque dinámico y funcional (Lindeman, 1942 en Maass y Martínez-Irizar,

1990), pero no considera, en la mayoría de los casos, el componente cultural y social del ser humano, ni las relaciones espaciales entre los diferentes componentes del sistema (Urquijo y Bocco, 2011).

## **Objetivo general**

Caracterizar el paisaje ripario de la cuenca del arroyo Teolán, Michoacán, desde un enfoque integral que incluya aspectos biofísicos y sociales.

## **Objetivos particulares**

1. Identificar los tipos de cobertura del paisaje ripario
2. Caracterizar diferentes elementos del paisaje ripario a escala segmento (i. e. geomorfología fluvial y vegetación riparia) en diferentes zonas funcionales de la cuenca.
3. Identificar las prácticas de manejo que realizan las personas sobre los elementos del paisaje ripario del arroyo Teolán.

## 2. Marco conceptual

Los estudios que tienen que ver con paisaje tienen diversos orígenes. El geógrafo alemán Carl Troll emprendió la interpretación científica del análisis espacial usando fotografías aéreas y acuñó el término *Landschaftsökologie* en 1938 (Bocco, 2003). Posteriormente, Forman y Godron (1981) retoman la idea de ecología del paisaje propuesta por Troll, pero para ellos el objeto de estudio son las interacciones entre patrones espaciales y procesos ecológicos en el contexto de la heterogeneidad espacial a través de varias escalas. Malanson (1993) plantea que la ecología del paisaje concebida por Forman y Godron se aplica idealmente a las áreas riparias, definiéndolas como paisajes riparios y analiza la configuración espacial de corredores (i.e. el canal activo de agua) y parches (i.e. islas de vegetación riparia) que conforman redes dentro de una matriz.

El estudio de diferentes atributos o elementos de los paisajes riparios se ha ido desarrollando ampliamente desde hace más de 50 años, por lo que han aparecido diversos conceptos alusivos al paisaje ripario, entre los que se encuentran ecosistemas riparios (Nilsson y Svekmark, 2002), zonas riparias (Naiman y Décamps, 1997), áreas riparias, corredores riparios (Amoros y Bornette, 2002; Tabachi *et al.*, 1998; Lyon y Gross, 2005), ambientes riparios y sistemas riparios (Briggs, 1996; Nilsson y Svekmark, 2002); además, existe una serie de nombres que hacen alusión propiamente al paisaje, entre los que se encuentran *riverine landscape* (Ward *et al.*, 2002; Wiens, 2002), *riparian landscape* (Malanson, 1993; Décamps, 2001), *river landscape* (Tabachi *et al.*, 1998), *riverscape* (Allan, 2004, Toibonen *et al.*, 2007) y *riparia* (Naiman *et al.*, 2005). En este estudio se utiliza preferencialmente el nombre de paisaje ripario, ya que considero que la mayoría de los términos mencionados en la literatura comprenden diversos componentes del paisaje ripario.

La mayor parte de la investigación desarrollada en los paisajes riparios se ha centrado en comprender cómo funciona el componente biofísico, muchas veces sin considerar al hombre como un determinante central del destino del paisaje ripario. Brierley y Fryirs (2006), por ejemplo, sólo consideran al ser humano como fuente de disturbio que provoca cambios estructurales o funcionales en los ríos, tal como ocurre también con Schumm (2005). Naiman y Décamps (Décamps, 2001; Naiman *et al.*, 2005), por el contrario, han tomado la noción geográfica de paisaje y proponen un sistema integrador donde interactúan diversos procesos químicos, biofísicos, sociales y culturales a través de diversas escalas espaciales; estos autores incorporan, además,

otros conceptos desarrollados en la biología, como son los servicios ecosistémicos, el manejo, la conservación y la restauración ecológica de los paisajes riparios.

Para Sauer (1925 [2006]) los paisajes culturales son los productos finales de las actividades humanas sobre los paisajes; las culturas han sido los agentes de esta transformación, los paisajes naturales los medios y los paisajes culturales los resultados. Por ello el análisis de un paisaje requiere de la consideración del significado que una sociedad da al ambiente en el que vive (Décamps, 2001; Toledo, 2006). Como productos de la naturaleza y la cultura, los paisajes son la síntesis que permiten al ser humano concebir, en su conjunto, toda la multidimensionalidad de la vida en la Tierra. El Paisaje, como un escenario, como una secuencia mental y como un marco conceptual, da sentido a todos los acontecimientos del entorno humano: físicos, biológicos, estéticos y religiosos (Toledo, 2006).

Para presenciar estos acontecimientos se han desarrollado numerosas técnicas de investigación, siendo las entrevistas y las encuestas los métodos utilizados con mayor frecuencia en la obtención de datos de campo sobre aspectos sociales, a pesar de que con ellas se suele dirigir o inducir el tipo de respuestas de las personas que participan en el estudio. Estos métodos suelen usarse para comprobar las preguntas propias de cada investigación y muchas veces no se considera el que se está sesgando la información a la opinión del investigador. Por esto es conveniente que los métodos de obtención de datos de campo incluyan la información de los locales y reflejen no sólo la pregunta de investigación sino también el entorno en el que viven y cómo interactúan los diversos elementos relacionados al tema. Un método alternativo de las ciencias sociales que ha sido poco valorado en los campos biofísicos, es la etnografía. Surgida y probada en la investigación antropológica desde hace más de cincuenta años, hoy en día ha sido valorada a la luz de nuevos bríos, y en un contexto interdisciplinario ambiental, sobre todo en geografía (St Martin y Pavloskaya, 2009).

La etnografía busca comprender los fenómenos sociales desde la perspectiva particular de sus miembros (Gunber, 2006), a través de la observación directa de sus hábitos y prácticas, así como diversos aspectos de su cultura. En la etnografía son los actores y no el investigador, los privilegiados para expresar en palabras y prácticas su cotidianeidad, así como sus necesidades y problemas. Lejos de lo que suele pensarse (estadías prolongadas en campo), la etnografía es un método que puede ser realizado en poco tiempo, dependiendo del aspecto cultural o del problema de investigación que se plantee. En este estudio se utilizó una aproximación etnográfica

para conocer el manejo que realizan los habitantes de la cuenca del arroyo Teolán sobre el paisaje ripario, entendiendo por manejo a todas aquellas prácticas de aprovechamiento de los recursos naturales que son planificadas y estructuradas.

El concepto de manejo ha sido ampliamente desarrollado en los últimos años en otro ámbito académico, el de la biología, que ha creado modelos conceptuales como el de manejo de ecosistemas (Stanford y Poole, 1996), el cual tiene como fases la descripción del sistema de estudio, la delimitación de los objetivos, el desarrollo y la implementación de la estrategia de manejo, monitoreo y evaluación. El trabajo de investigación propio de esta tesis puede homologarse principalmente con la primera fase de este esquema de manejo, la cual consiste en evaluar y sintetizar el conocimiento de base sobre los procesos que estructuran y mantienen el funcionamiento del sistema (Maass, 2007).

El estudio de los paisajes riparios debe ser enmarcado dentro de una cuenca, la cual es una área topográficamente definida que es drenada por un sistema de ríos y/o arroyos que desembocan en un único espacio, y cuyos límites son establecidos por los puntos de elevación más altos del terreno (Brooks *et al.*, 1991). Debido a que la cuenca está topográfica e hidrológicamente definida, se considera como la unidad espacial fundamental de los paisajes (Horton, 1945; Hynes, 1975 ambos en Poole, 2002; Brierley y Fryirs, 2006) y se ha utilizado tanto como una unidad físico-biológica, como una unidad social, económica y política, útil en la planeación y el manejo de los recursos naturales (Brooks *et al.*, 1991). Las cuencas hidrográficas han sido reconocidas internacionalmente como las unidades territoriales de planificación más adecuadas para la gestión integral de los recursos hídricos (Brooks *et al.*, 1991; Dourojeanni *et al.*, 2002).

El reconocer los controles impuestos en los rasgos físicos tanto a pequeña escala como los procesos y factores a gran escala ha llevado al desarrollo de modelos jerárquicos anidados de organización física (Schumm, 1977; Fisher *et al.*, 1998; Poole, 2002; Dollar, 2004; Brierley y Fryirs, 2006). Los rasgos, que varían sobre pequeñas escalas temporales y espaciales están limitados por, o anidados en, límites dados por rasgos que varían sobre grandes escalas. En términos generales, la menor escala de análisis es el mayor nivel de generalidad de formas y procesos envueltos. Los objetos a pequeña escala se delinean usando atributos como amplitud de relieve y pendiente, y necesariamente incluyen una gran variación en procesos y atributos al interior, como el tipo de flujo y sustrato. Las interacciones entre unidades, a cada escala y entre escalas, determinan el carácter y el comportamiento del sistema (Ward, 1989; Brierley y Fryirs, 2006).

La aplicación de un marco de trabajo jerárquico anidado ayuda a la diferenciación de componentes escalares de los sistemas riparios. En esta tesis se trabajó con las escalas cuenca, zonas funcionales y segmento. Estas tres escalas espaciales fueron escogidas de acuerdo con las características de la zona de estudio; en primer lugar se designó a la cuenca como la unidad mayor dentro de la cual todo el paisaje ripario de la cuenca del arroyo Teolán se encuentra inmersa; posteriormente se dividió la cuenca en tres porciones altitudinales; por último se eligió la escala segmento porque a esta escala es posible distinguir con facilidad los diferentes componentes biofísicos del paisaje ripario y las prácticas de manejo que realizan sus habitantes. A continuación se presenta una serie de características de cada una de las escalas propias de esta investigación.

## 2.1. Cuenca

La escala a nivel cuenca determina las condiciones límites bajo las cuales los ríos operan, constriñendo el rango del comportamiento del río y de los atributos morfológicos asociados. La geología regional y el clima, entre otros factores, determinan la topografía, el régimen de transporte de sedimentos y el régimen de descarga. Estos factores, a su vez, influyen en los patrones y tasas de interacción flujo-sedimento a través de controlar la distribución de la energía disponible. Las condiciones límites a escala de cuenca determinan el relieve, pendiente, y morfología del valle (ancho y forma) dentro de la cual el río se ajusta. El clima determina relaciones de magnitud y frecuencia de eventos de inundación (Brierley y Fryirs, 2006).

La forma de la cuenca ejerce una gran influencia en el patrón y la tasa de flujos de agua y sedimentos. Entre los factores que influyen la forma de la cuenca se encuentran la tectónica, el grado de la disección del paisaje y la distribución de diferentes litologías en la región. Estas condiciones límites, aunadas a la historia geológica de largo plazo influyen en la forma de la red de drenaje y la densidad de drenaje, así como en la conectividad dentro del sistema y la operación de flujos biofísicos. La forma de la cuenca determina el tamaño relativo y la frecuencia con la cual los arroyos tributarios se unen al cauce principal. En cuencas alargadas, como en la de del arroyo Teolán, los arroyos de menor orden se unen sistemática y recurrentemente al cauce principal. Ocurre un incremento progresivo río abajo en el flujo y un incremento relativamente uniforme en el arrastre de sedimentos, lo cual permite que se mantenga la capacidad de arrastre. Al contrario,

en cuencas de forma de anfiteatro, ocurre un dramático incremento en el área de la cuenca sobre distancias relativamente cortas (Brierley y Fryirs, 2006).

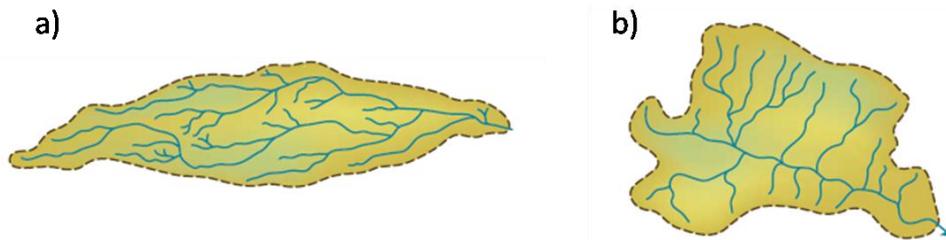


Figura 3. Formas de cuencas hidrológicas. a) alargada, b) de anfiteatro. Tomado de Naiman *et al.* (2005)

A escala de cuenca, el paisaje ripario actúa como un fuerte organizador de los sistemas ecológicos, especialmente en términos de patrones espaciales. La distribución de plantas y animales está moldeada por la disposición de agua, alimento y hábitat, y todas esas características son provistas por los paisajes riparios en abundancia, incluso para las especies que pasan la mayor parte del tiempo fuera del paisaje ripario. En regiones áridas y semiáridas el papel del paisaje ripario en moldear la amplia organización ecológica es más evidente.

El agua en movimiento es el agente predominante en la evolución de los paisajes (Ward *et al.*, 2002). Los ríos mueven mucho más que sólo agua; la erosión en tierras arriba y el subsecuente transporte aguas abajo provoca que a nivel cuenca ocurran procesos de erosión, transporte y depositación de sedimentos (Naiman *et al.*, 2005). Estos procesos físicos operan en tres grandes zonas funcionales: erosiva, de transferencia, y de depositación (Schumm, 1977 en Naiman *et al.*, 2005).

## 2.2. Zonas funcionales

A esta escala es posible observar que los procesos de erosión, sedimentación y transporte son distintos a lo largo de la cuenca (Brierley y Fryirs, 2006). Como producto de esto cada zona presenta una cierta variabilidad del relieve, la cual se manifiesta sobre todo a través de la pendiente y la confinación del piso del valle. Los ríos se comportan en forma diferente de acuerdo a si son zonas dominadas por procesos erosivos (donde dominan ríos confinados en roca) en la

porción superior o cabecera, o zonas de transporte (en valles parcialmente confinados donde planicies de inundación son discontinuas) y en zonas de acumulación (donde arroyos aluviales son dominantes - Brierley y Fryirs, 2006). Los paisajes riparios de las tres zonas, de este modo, pueden verse también como confinados, parcialmente confinados y lateralmente no confinados (Brierley y Fryirs, 2006). La tasa y extensión de las incisiones de roca relativas al valle, determinan el ancho y la forma del valle. El arreglo tectónico es un control primario de esta relación, pues influye en la distribución de arreglos denudativos y acumulativos y resulta en combinaciones de formas de terreno erosivas y de depositación (Brierley y Fryirs, 2006).

La zona erosiva inicia en las cabeceras y procede río abajo a la zona de transición. Esta zona se caracteriza por un alto gradiente del canal ( $> 4\%$ ) que está estructuralmente controlada por un valle en forma de "V". El incremento en la energía cinética a través de la constricción del canal o escurrimiento acelerado crea una gran habilidad para transportar sedimentos de una amplia variedad de tamaños de las partículas de sustrato. Estas condiciones físicas usualmente limitan el desarrollo espacial del corredor ripario (Tabachi et al., 1998). En zonas montañosas, la erosión vertical (*downcutting*) es el proceso fluvial dominante, produciendo angostos y profundos valles (es decir confinados). Estas áreas están dominadas por procesos de denudación y actúan como fuentes de sedimentos.

La zona de transición ocurre en el valle del río y está caracterizada por un gradiente del canal comúnmente entre 1 y 4 % y con suficiente energía cinética para un transporte considerable de sedimentos suspendidos de tamaño pequeño (aproximadamente 0.2-250 mm de diámetro). Esto corresponde generalmente al curso medio del río. El canal es generalmente más estable que en la zona de erosión y exhibe bajas tasas de meandros, múltiples canales e islas. Estas condiciones físicas, unidas a los largos tiempos de residencia de las aguas superficiales y subsuperficiales, permiten frecuentemente el establecimiento de un amplio corredor ripario. La compleja heterogeneidad espacial es esperada en esta zona, y diversos ensamblajes de plantas se desarrollan en respuesta a la diversidad de hábitats (Tabachi et al., 1998).

La zona de depositación, río abajo de la zona de transición, tiene un canal con un gradiente bajo ( $< 1\%$ ), no constreñido y bajo). Visualmente corresponde a las partes bajas de los arroyos. El canal es comúnmente inestable o trezado y exhibe una alta tasa de depositación de sedimentos finos ( $< 0.2$  mm de diámetro). Aquí el corredor ripario es frecuentemente fragmentado y disperso (Tabachi et al., 1998).

## 2.3 Segmento (*reach*)

En la escala de segmento, la estructura y función de la geomorfología fluvial es relativamente uniforme y se caracteriza por un patrón particular de formas de terreno del canal y/o planicie de inundación y sus interacciones. A esta escala, los ecosistemas dentro del corredor fluvial se dividen en sus diferentes componentes, tales como los geomorfológicos (canal, planicie de inundación), bióticos (vegetación, suelo) e hidrológico (acuífero aluvial), los cuales son medidos y estudiados por separado, aunque son sistemas interconectados. El carácter, patrón y ensamble de esos rasgos ejercen una mayor influencia en la diversidad de hábitats a lo largo del curso del río. Las dinámicas a escala de segmento determinan la geometría del canal y los atributos de plataforma (Brierley y Fryirs, 2006). Como se mencionó anteriormente, en esta escala se estudiarán los elementos del paisaje ripario propios de esta investigación, los cuales se presentan a continuación.

### 2.3.1 Geomorfología

A escala segmento el tamaño del canal del arroyo está determinado principalmente por las altas inundaciones, particularmente aquéllas que afectan la erosión y el transporte de sedimentos (Tabachi et al., 1998). Los caracteres geomorfológicos de las planicies de inundación reflejan las complejas interacciones entre el clima, la geología de la cuenca, el relieve topográfico y las dinámicas fluviales (Ward et al., 2002).

La acción del agua es la principal conductora de las dinámicas del paisaje (Naiman y Décamps, 1997; Ward et al., 2002). La acción de ésta influye al paisaje ripario directamente, al estructurar la red de canales y otros caracteres geomorfológicos, e indirectamente por influir en los fenómenos de sucesión (Ward et al., 2002). El paisaje ripario contiene una amplia variedad de vida silvestre y hábitats acuáticos. La diversidad de estos hábitats puede estar controlada por factores locales tales como la geometría del canal, la descarga y las condiciones edáficas, así como por los sistemas de flujo subsuperficial (Ward et al., 2002).

Las redes de canales aluviales se han clasificado tradicionalmente en cuatro tipos (rectas, sinuosas, trezadas, y anastomosadas (Ward et al., 2002). Otros caracteres geomorfológicos de los

paisajes riparios incluyen diques, abanicos aluviales y deltas (Allen, 1965 en Ward *et al.*, 2002). Los depósitos de pilas de leños (*woody debris*) juegan un importante papel geomorfológico y ecológico en los paisajes riparios (Ward *et al.*, 2002), ya que sirven para el desarrollo de islas de vegetación (Abbe y Montgomery, 1996 en Ward *et al.*, 2002). Según Ward *et al.* (2002), dado que las islas integran atributos hidrológicos, morfológicos y de vegetación, la presencia de varios estados sucesionales en las islas, son un buen indicador de la condición de los corredores riparios a nivel de paisaje. La geomorfología provee una base física para el desarrollo de las comunidades vegetales (Gregory *et al.*, 1991).

### 2.3.2 Vegetación

La sucesión de las plantas induce grandes cambios en la estructura general del corredor ripario y sus propiedades físicas y biológicas. El proceso sucesional es esencialmente incitado por el régimen de disturbios hidrológicos, por lo que la estructura de la vegetación riparia es un indicador de eventos hidrológicos y geomorfológicos (Tabachi *et al.*, 1998).

Quizá más que cualquier otro ecosistema, la variedad de disturbios naturales crea un mosaico ambiental, temporal y espacial con pocas analogías. El ambiente dinámico resultante alberga una gran variedad de estrategias de historia de vida, tasas y ciclos biogeoquímicos, y de organismos adaptados a regímenes de disturbio en una amplia escala temporal y espacial. (Naiman y Décamps, 1997).

En la parte más cercana al canal activo suele haber especies jóvenes de árboles y arbustos, mientras que un poco más lejos se encuentran comunidades vegetales de mayor edad, tanto de las especies propias del ecosistema ripario como especies que se extendieron desde las tierras aledañas (Hawk y Zobel, 1974 en Gregory *et al.*, 1991). El movimiento lateral ondulante del canal tiende a modificar este patrón al cortar las comunidades maduras de plantas a lo largo del borde externo de un meandro y crea superficies de depositación para el desarrollo de estadios jóvenes a lo largo del margen interno de los meandros (Everitt, 1968, Fonda 1974, en Gregory *et al.*, 1991). Este fenómeno crea condiciones ambientales tales que son un reto hasta para las especies más tolerantes. Aproximadamente cada año, la mayoría de las plantas riparias son sujetas a inundaciones, erosión, abrasión y sequía. Estas especies se han adaptado a tal grado de disturbio

que han desarrollado diferentes historias de vida, tales como endurecimiento, resistencia o evasión (Naiman y Décamps, 1997).

La vegetación riparia tiene importantes funciones ecosistémicas al mantener la biodiversidad, pues provee refugios para la vida silvestre (Gregory *et al.*, 1991; Naiman *et al.*, 1993; Lyon y Gross, 2005). Muchas aves usan los corredores riparios como rutas de migración, por lo que al conectar diferentes áreas, dispersan cierto tipo de especies de plantas, de acuerdo con sus hábitos (Décamps *et al.*, 1987; Van Dorp y Kalkhoven, 1988 en Tabachi *et al.*, 1998), siendo común que ocurra un establecimiento de semillas provenientes río arriba, dispersadas a través del agua (Johansson *et al.*, 1996 en Tabachi *et al.*, 1998). Los bosques riparios tienen tasas relativamente altas de productividad en comparación con los bosques terrestres. Los datos sugieren que no hay fuertes factores limitantes asociados a agua o nutrientes que provoquen una producción inusualmente baja (Naiman y Décamps, 1997). Los paisajes riparios han sido vistos como *hot spots* de actividad debido a que sostienen a gran parte de la fauna móvil durante los períodos de sequía, manteniendo la biodiversidad, integrando sistemas acuáticos y terrestres, y actuando en la formación de patrones del paisaje sobre amplias escalas espaciales (Naiman y Décamps, 1997).

La vegetación de los bosques riparios tiene gran influencia sobre el ambiente de los cauces: provocan un fuerte control sobre su microclima, influyen la descarga a través de la evapotranspiración, su materia orgánica (hojarasca, ramas y raíces en descomposición) constituye una fuente de nutrimentos para los organismos acuáticos (Naiman y Décamps, 1997); y retienen el suelo de tal forma que la erosión de los bancos es 30 veces mayor en los sitios no vegetados (Beeson y Doyle, 1995).

### 2.3.3. Manejo

Como individuos, los seres humanos somos entidades biofísicas interactuando directamente con los ecosistemas, en tanto que como personas, interpretamos los ecosistemas, dándoles significado y comprensión (Naiman *et al.*, 2005). La conservación y vitalidad de los paisajes riparios, por tanto, depende tanto de la sustentabilidad ecológica como de la cultural (Décamps, 2001). La sustentabilidad ecológica requiere que las personas tengan conocimiento acerca de las características ambientales y el funcionamiento de los sistemas riparios. La sustentabilidad

cultural, por su parte, demanda la atención de las personas y el cuidado frente a esos atributos. La interacción entre ambos tipos de sustentabilidad es lo que determina el manejo del paisaje ripario que realizan los habitantes de cada sitio. La conservación de los fragmentos de bosque ripario, por ejemplo, depende de la habilidad para mantener la estructura y función frente a las presiones externas a través del tiempo (Naiman *et al.*, 2005), muchas de las cuales están afectadas directa o indirectamente por las actividades humanas.

A escala segmento puede observarse de forma detallada las prácticas que realizan las personas sobre el paisaje ripario. Dado lo sensibles que son los paisajes riparios, pueden proveer indicadores tempranos de cambio ambiental (Décamps, 1993; Naiman y Décamps 1997), por lo que al observar el estado actual de los paisajes riparios, se puede esbozar una gran cantidad de procesos ocurriendo.

### 3. Antecedentes

En nuestro país existen alrededor de 1471 cuencas hidrográficas (INEGI *et al.*, 2007), las cuales varían de un km<sup>2</sup> a varios miles de km<sup>2</sup> (Cotler, 2010). Entre los trabajos que se han desarrollado en torno a las cuencas en nuestro país, destaca el de Cotler (2010), quien presenta información ambiental de 393 cuencas de México, todas ellas con una extensión mayor a 200 km<sup>2</sup>. Por otro lado, se han elaborado diversas tesis de licenciatura en cuencas pequeñas y microcuencas a lo largo de nuestro país (Padilla, 2005; Salazar, 2008; Solorio, 2010). Además, cabe destacar la investigación a largo plazo que han realizado un gran número de estudiantes e investigadores de la UNAM en la región de Chamela, Jalisco, dentro de 5 pequeñas cuencas (Maass *et al.*, 2002). Los trabajos realizados en cuencas costeras, por su parte, son muy escasos, destacando los realizados por la UNAM en las cuencas del arroyo Chamela y el río Cuitzmala (Adriana Flores, en preparación).

Por otro lado, existen algunos estudios de los componentes del paisaje ripario a escala de cuenca en nuestro país. Entre ellos se encuentra el de Espinoza *et al.* (1995), quienes clasificaron morfológicamente los canales de la cuenca del arroyo El Carrizal, en un bosque templado de Jalisco, México, basándose en fotografías aéreas y en recorridos en campo, describieron su pendiente, ancho, profundidad, tipo de lecho, pendiente de los taludes y la relación ancho/profundidad. Baker *et al.* (1996), utilizaron sistemas de información geográfica (SIG), en esta misma cuenca, para analizar las interacciones agua-suelo, registrando elevación, drenaje, geología, hidrografía, uso de suelo, cobertura vegetal, suelos e información social.

Entre los estudios referentes a la vegetación en bosques tropicales secos se encuentra el de Lott (2002), en la Reserva de la Biósfera Chamela-Cuixmala, en el cual reporta un total de 1,149 especies; Fernández-Nava *et al.* (1998), realizaron el listado florístico de toda la Cuenca del Río Balsas, identificando 4,442 especies de plantas. Para el estado de Michoacán se encuentra el listado de especies arbóreas de Cué-Bär *et al.* (2006) en el que encontraron 845 especies, de las cuales 593 se encuentran en el bosque tropical seco, siendo 87 de ellas especies restringidas a este tipo de vegetación.

En cuanto a la investigación realizada en la zona de estudio, se encuentra una tesis de maestría de la UNAM en la que se identificó diferentes unidades campesinas de paisaje (Aguirre, 2010), así como un ordenamiento territorial comunitario del ejido Caleta de Campos-Nexpa, el

cual designó 26 unidades de gestión ambiental, además de realizar mapas de suelos, clima, vegetación, usos, entre otros (Aguirre, 2010).

## 4. Área de estudio

La cuenca del arroyo Teolán se encuentra en el estado de Michoacán, México, dentro de la región Sierra-Costa. Esta cuenca pertenece a dos municipios: en la parte baja al municipio de Lázaro Cárdenas y la zona alta al de Arteaga (Fig. 4.1).

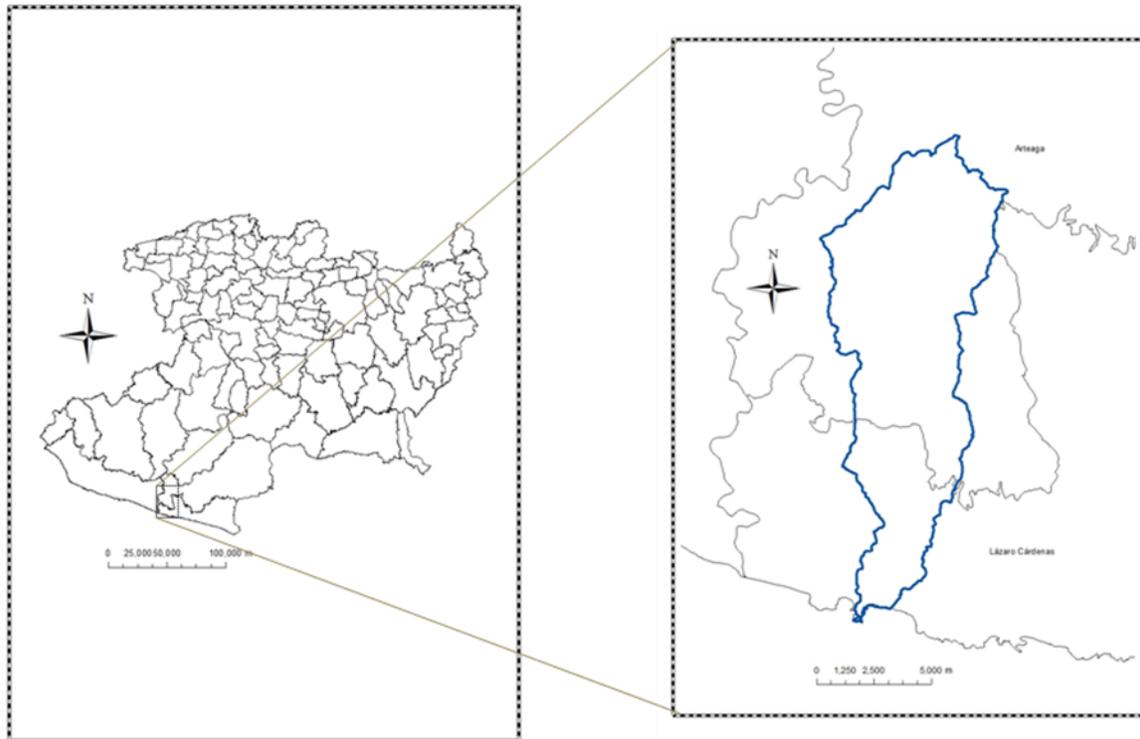


Figura 4.1 Ubicación geográfica de la cuenca del arroyo Teolán, dentro de los municipios de Arteaga y Lázaro Cárdenas, en Michoacán.

De acuerdo con Aguirre (2010) el tipo de clima de la cuenca del arroyo Teolán es Aw1(w) y Aw0(w), cálidos subhúmedos con lluvias en verano, durante los meses de mayo a octubre, con temperatura media anual mayor a 22°C. El relieve de la cuenca está conformado en su mayor parte por lomeríos altos, aunque también presenta un valle en la parte baja del arroyo Teolán. El tipo de suelo de la cuenca es mayormente Luvisol eutri-crómico, pero en el valle del arroyo Teolán es Fluvisol eutrítico, el cual tiene una fertilidad muy elevada debido a los aportes periódicos de las corrientes (Fitzpatrick, op cit en Aguirre, 2010). El tipo de vegetación más abundante en la cuenca es la selva baja caducifolia (Fig. 4.2), seguido por pastizal cultivado.

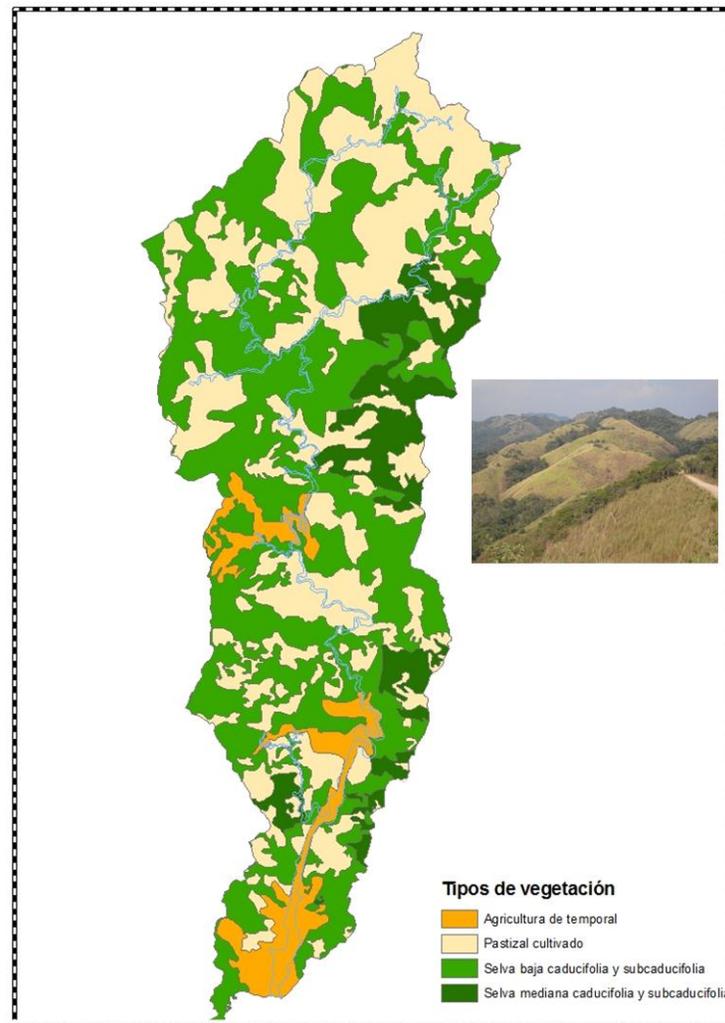


Figura 4.2. Tipos de vegetación de la cuenca del arroyo Teolán (Extraído a partir de las capas utilizadas para el trabajo de Cuevas *et al.*, 2009). La fotografía revela cómo se ve la mayor parte de la cuenca, con pastizales intercalados con parches de selva.

Dentro de la cuenca la propiedad de la tierra es en su mayor parte ejidal, aunque también hay pequeñas propiedades. Los ejidos que comparten la cuenca son Caleta de Campos-Nexpa y La Manzanilla (Fig. 4.2). La población con mayor número de habitantes, incluyendo muchos de los que aprovechan activamente el paisaje ripario del arroyo Teolán, es Caleta de Campos, a pesar de no encontrarse dentro de la cuenca. (Fig. 4.3).

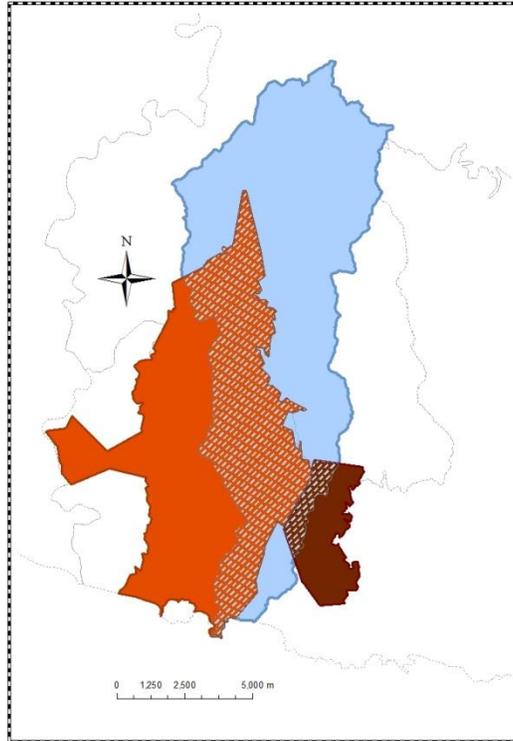


Figura 4.2. Ejidos dentro de la cuenca del arroyo Teolán, Michoacán. En naranja ejido Caleta de Campos-Nexpa, en café La Manzanilla y en azul la cuenca del arroyo Teolán.

Dentro de la cuenca se localizan alrededor de 20 pequeñas localidades, las cuales tienen un número de habitantes menor que 100 (Fig. 4.3, representados a través de puntos). El tipo de uso predominante es como praderas ganaderas, en cerca de la mitad de su extensión, pero también se presentan parches de selva baja caducifolia y selva mediana. La principal actividad económica de los habitantes de la cuenca es la ganadería. La agricultura de temporal es una actividad complementaria; se produce maíz y frijol principalmente; así mismo en los últimos años se han establecido huertas de frutales como mango, papaya y coco que complementan la economía de los ejidatarios (Aguirre, 2010). El principal problema que presenta el ejido es la baja o nula disponibilidad de agua en la época seca del año, lo que ha obligado a que las personas tengan que cambiar sus estrategias de obtención de agua a lo largo del año.

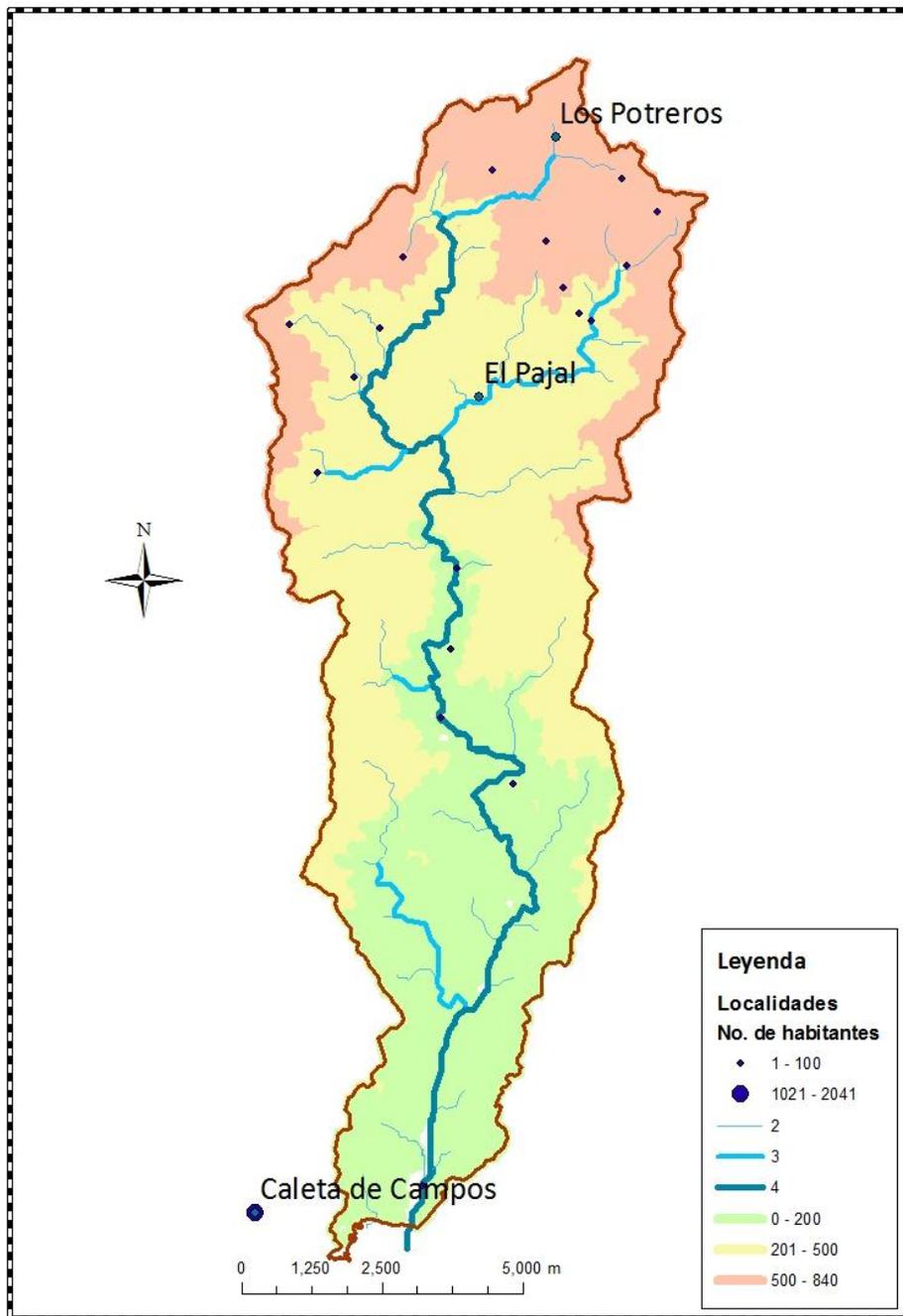


Figura 4.3. Mapa temático de la cuenca del arroyo Teolán, donde se observan las localidades, las zonas en las que se dividió altitudinalmente la cuenca de estudio, y el orden de los arroyos, a excepción de los de primer orden.

## 5. Materiales y Métodos

### 5.1 Materiales

A continuación se enlistan los materiales utilizados en esta investigación.

Para la cartografía:

- Cartas topográficas digitales de INEGI de la zona de estudio: E13B77 y E13B87; a escala 1:50,000.
- Imágenes quikbird del año 2009, descargadas desde el programa Google Earth Plus 5.0

Para el trabajo de campo:

- Cinta dasométrica.
- Flexómetro de 50 m.
- Clinómetro.
- Grabadora de voz.
- Cámara fotográfica.

Para el análisis de resultados:

- *Software* ARGIS 9.3, Statistica 8.0 y Excell 2007

Para la representación:

- *Software* Adobe Photoshop CS4 y Google Earth Plus 5.0

### 5.2 Métodos

#### 5.2.1 Técnicas para el análisis biofísico

##### *Cuenca*

Para delimitar la cuenca de estudio se partió de la delimitación de las cuencas Huahua-Nexpa (Cuevas *et al.*, 2009) y a partir de éstas se corrigieron los parteaguas de la cuenca del arroyo Teolán usando las capas digitales de curvas de nivel, con el programa ArcGIS 9.3. Una vez definida la cuenca se calculó el orden de corrientes de acuerdo con Strahler (1982), el cual considera un arroyo de orden superior cada vez que se unen dos de orden inferior (e. g. un arroyo de orden 2 se

forma al unirse dos arroyos de orden 1), siguiendo la siguiente ruta en el programa ArcGIS 9.3: Spatial Analyst Tools - Hydrology - Sink - Fill - Flow accumulation - Flow direction - Stream Order. La delimitación las diferentes coberturas del paisaje ripario requirió que se capturaran 67 imágenes satelitales quickbird de los arroyos de órdenes 3 y 4 de la cuenca, a través del programa Google Earth Plus 5.0. Las imágenes fueron unidas con el programa Adobe Photoshop CS4. Estas imágenes fueron montadas y georeferenciadas en el programa ArcGIS 9.3, y se trazaron polígonos del valle del arroyo, parches con vegetación riparia y parches con cultivos; en la parte baja de la cuenca se distinguió además otras zonas, como la marisma, la cual tiene agua salobre todo el año. La escala a la que se representó fue 1:7,500.

### *Zonas funcionales*

La cuenca se dividió con base en la altitud en tres porciones: baja, entre 0 y 250 m; media, entre 251 y 550 m; y alta, entre 551 y 840 m, las cuales, además, corresponden con las zonas funcionales mencionadas en la introducción. En cada una de las tres zonas se realizaron cinco muestreos (15 en total). Las coordenadas y la altitud de cada punto de muestreo se muestran en la tabla 5.1.

Tabla 5.1. Coordenadas UTM y altitud de cada punto de muestreo.

Perfil	UTM		Altitud
15	13Q742562	2018080	600
14	13Q742535	2017984	580
13	13Q742467	2017911	570
12	13Q742441	2017870	560
11	13Q742237	2017830	550
10	13Q740705	2013824	260
9	13Q740792	2013499	250
8	13Q740798	2013407	240
7	13Q740757	2013281	230
6	13Q740863	2013272	220
5	13Q742493	2005195	60
4	13Q742107	2005329	55
3	13Q741974	2005273	45
2	13Q741954	2005034	35
1	13Q741444	2003585	30

Los muestreos se realizaron sobre el cauce principal (de cuarto orden en las zonas baja y media y tercer orden en la zona alta). La selección de los segmentos en cada zona estuvo limitada a los

tramos de arroyo en los que se obtuvo el permiso del dueño de la tierra. En la zona baja se muestreó una parte amplia del arroyo, en una zona con meandros. En la parte media se realizó cerca de donde se unen el arroyo principal y uno de tercer orden proveniente de El Pajal. En la parte alta se realizó al sureste de Los Potreros, en un arroyo de tercer orden, ya que no se presentaron arroyos de cuarto orden en esta zona. Los muestreos y las entrevistas se realizaron durante los meses de noviembre y diciembre de 2010 y enero de 2011.

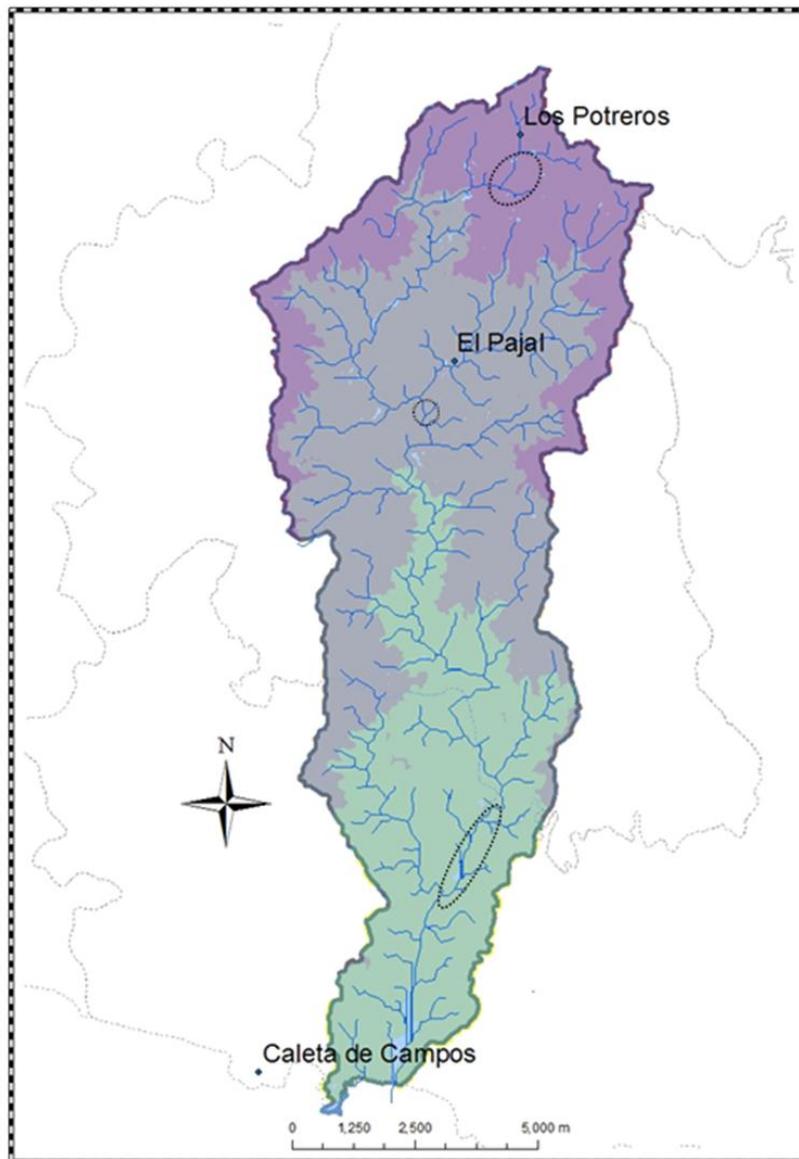


Figura 5.1. Tramos de arroyo en los que se realizaron los cinco muestreos por cada zona funcional, representada con diferente color de fondo.

### Segmento

Dentro de cada segmento de arroyo se muestrearon algunas características de la geomorfología fluvial y de la vegetación riparia, a través de dos muestreos: uno lineal y otro de área. El lineal consistió en realizar el perfil transversal del arroyo, registrando alturas relativas y amplitudes del cauce y las terrazas (Fig. 5.2b) El de área consistió en trazar un rectángulo, de 5 m de ancho y 20 de largo a un lado del cauce, dentro de un parche con vegetación riparia (terrazza 1) y, únicamente en la zona baja, una terraza que ha sido utilizada para cultivar (terrazza 2). La parte media de cada rectángulo se atravesó por el perfil transversal del arroyo (Fig. 5.2a).

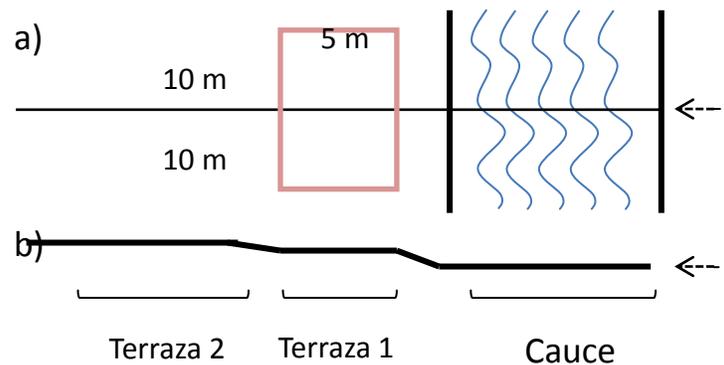


Fig. 5.2. Esquema de los segmentos de arroyo muestreados.  
a) Medición trazando un área. b) Medición trazando una línea.

Para medir la amplitud del perfil transversal del paisaje ripario se utilizó un flexómetro de 50 m. Las alturas relativas se midieron utilizando un clinómetro y aplicando la razón trigonométrica de la tangente.

En la terraza con vegetación riparia se obtuvo la estructura de la comunidad vegetal arbórea y datos de densidad, riqueza, abundancia y composición. En cuanto a la estructura, se midió el diámetro normal (a 1.3 m de altura) y la altura. El diámetro se midió en todos los árboles con diámetro mayor a 10 cm dentro del rectángulo; en el caso de los individuos con varios troncos, se transformó el diámetro en área (con la ecuación  $a = \pi r^2$ ), para recalcular el diámetro a partir de la suma de las áreas de cada tronco. En cuanto a la altura, se estimó también con un clinómetro y la razón de la tangente. En la terraza 2, por su parte, se registró en qué año se cultivó por última vez y qué especies fueron.

Dentro de cada parcela, se registró el nombre común de casi todas las especies medidas y se colectaron ejemplares botánicos, los cuales fueron identificados por el M. en C. Juan Martínez del Centro en Investigaciones en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México. La autoría y la familia a la que pertenece cada ejemplar fue extraído de la base de datos de Tropicos ([www.tropicos.org](http://www.tropicos.org)).

Una vez identificadas las especies, se calculó el valor de importancia relativa (VIR) para cada especie, en cada una de las zonas funcionales y en general de las tres zonas. El VIR se calculó utilizando los valores relativos de frecuencia, área basal, y abundancia. La frecuencia se refiere al número de parcelas que presentaron cada especie por zona, el área basal se calculó a partir del diámetro y se sumó el total del área por especie; la abundancia se refiere al número de individuos de cada especie en cada zona.

Además de la composición, en cada muestreo se obtuvo la densidad, considerada como el número de individuos por unidad de área, la riqueza, que es el número de especies diferentes, y la abundancia, que es el número de veces que aparece una especie (Moreno, 2001).

#### *Análisis estadísticos*

Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) para conocer si existen diferencias significativas en el diámetro y la altura de la estructura de la vegetación entre las diferentes zonas de la cuenca; así como también en la amplitud y profundidad de los perfiles transversales del arroyo. En el caso de encontrarse diferencias significativas, se aplicó una prueba de Tukey para distinguir qué variables fueron diferentes. Se espera que las mediciones del perfil transversal del arroyo y la estructura de la vegetación, sea diferente según cada zona funcional de la cuenca.

### **5.2.2 Procesos sociales: Manejo**

Con la finalidad de conocer cómo es el manejo del paisaje ripario en la cuenca del arroyo Teolán, se realizó un trabajo etnográfico en tres localidades:

- a. Caleta de Campos, ubicada en la costa
- b. El pajal, ubicada en la parte media de la cuenca.
- c. Los Potreros, ubicada en la parte alta.

Para la presente investigación, se contactó en primer lugar al ejidatario Jesús Vega (Don Chuy), quien trabajó con Aguirre (2010) en un ordenamiento ecológico comunitario. Don Chuy me permitió alojarme en su casa y conocer a algunos miembros de su familia, pues Don Chuy y su esposa Jesúsita tuvieron 15 hijos. Gracias a esta cercanía pude darme una idea de cómo vive esta familia, según mis interpretaciones. Don Chuy es muy conocido en la región, así que en las dos comunidades que escogí como adecuadas para realizar la descripción biofísica del arroyo y la etnografía, Don Chuy conocía gente por lo que no tuve problemas para ingresar a ellas.

Caleta de Campos y el arroyo Teolán en la parte baja fueron visitados durante aproximadamente una semana, mientras que las comunidades El Pajal y Los Potreros fueron visitadas durante 5 días cada una. La etnografía consistió en realizar entrevistas abiertas y pláticas informales con 8 habitantes de Caleta de Campos, 6 de El Pajal y 5 de Los Potreros.

En Caleta de Campos se entrevistó a dos familias, la de Jesús Vega, de la que participaron 6 integrantes, tres de ellos casados, y la de Jesús Mellín y su hijo José, ambos casados. Estas personas tienen terrenos ejidales tanto en Caleta de Campos como en la parte baja de la cuenca del arroyo Teolán, del lado izquierdo del arroyo, en donde pasan gran parte de su tiempo cuidando a sus animales y cultivos (Tabla 4.1).

Tabla 4.1. Listado de las personas que participaron en las entrevistas y pláticas abiertas en la localidad de caleta de campos e inmediaciones de la parte baja de la cuenca

Nombre	Edad aproximada	Ocupación	Ejidatario
Don Chuy Mellín	70	Ganadero/agricultor	Sí
Don Chuy Vega Zamora	65	Ganadero/agricultor	Sí
Jesúsita Aguilar	60	Ama de casa	Sí
Altagracia Vega Aguilar	40	Ama de casa	No
José Mellín	35	Comerciante	No
Teresa Vega Aguilar	21	Profesora rural	No
Juan Vega Aguilar	16	Estudiante	No
Pablo Vega Aguilar	14	Estudiante	No

En El Pajal, por su parte, fueron entrevistadas personas pertenecientes a tres familias (Tabla 4.2), todos los cuales son casados y con hogar propio; en esta comunidad nos hospedamos con Pablo Chávez, quien también nos acompañó al arroyo a fin de coleccionar ejemplares botánicos.

Tabla 4.2 Listado de las personas que participaron en las entrevistas y pláticas abiertas  
En la localidad de El Pajal.

Nombre	Edad aproximada	Ocupación
Don Héctor Macías	80	Ganadero/agricultor
Don Diego Horta	80	Ganadero/agricultor
Patricio Macías	60	Ganadero/agricultor
Efraín Horta	50	Ganadero/agricultor
Pablo Chávez	50	Ganadero/agricultor
Esposa de Pablo Chávez	40	Ama de casa

En la localidad de Los Potreros, por último, se entrevistó a dos familias (Tabla 4.3), hospedándonos con Don Félix, quien es de los fundadores de esta localidad.

Tabla 4.3. Listado de las personas que participaron en las entrevistas y pláticas abiertas  
en la localidad de Los Potreros

Nombre	Edad aproximada	Ocupación
Don Rubén Arévalos	90	Ganadero/agricultor
Don Félix González	75	Ganadero/agricultor
Teófilo Arévalos	50	Ganadero/agricultor
José González	35	Ganadero/agricultor
Jacinta Horta	30	Ama de casa

Las entrevistas se grabaron y las pláticas se registraron a través de notas en un cuaderno de campo (Fig. 5.5), para ser transcritas en gabinete. El paisaje ripario de cada localidad se visitó con alguna persona de la comunidad, con excepción de Los Potreros, el cual se vistió sólo con Don Chuy Vega, cuya experiencia y conocimiento nos permite considerarlo como “informante clave”.



Fig. 5.5 Entrevista con Don Félix Arévalos en la localidad Los Potreros

La información que se obtuvo se utilizó para conocer el manejo del paisaje ripario, expresado a través de los usos y el conocimiento del paisaje ripario. Entre las preguntas que se realizaron a los habitantes de las localidades de estudio se encuentran:

1. ¿Cuánto tiempo tiene viviendo aquí?
2. ¿Las tierras que están junto al arroyo a quién pertenecen?
3. ¿Para que utilizan el arroyo?
4. ¿Qué especies de plantas conoce?
5. ¿Qué usos se le dan a esas plantas?
6. ¿Realizan otras actividades recreativas?
7. ¿Por qué utiliza esta terraza, tiene alguna característica en particular por la que es bueno cultivar aquí?
8. ¿Qué especies cultivan en estas terrazas?
9. ¿Sabe de dónde viene el agua?
10. ¿Qué papel desempeña el arroyo en el paisaje en general?
11. ¿Conoce historias o leyendas relacionadas con los arroyos?
12. ¿Conoce la práctica de la siembra de agua?

## 6. Resultados

La cuenca del arroyo Teolán mide 93 km<sup>2</sup>, tiene forma alargada y presenta un arroyo de orden 4 (*sensu* Strahler) en su desembocadura en el Océano Pacífico.

### 6.1 Tipos de cobertura

El valle del arroyo ocupó cerca de 3 km<sup>2</sup>, que representa un 4 % de la extensión total de la cuenca. La vegetación riparia ocupó la tercera parte de la superficie del valle del arroyo, mientras que el total de cultivos fue de tan sólo 6 % del área del valle del arroyo, siendo el cultivo de mango el que ocupa una mayor superficie (Tabla 6.1).

Tabla 6.1 Tipos de cobertura del paisaje ripario del arroyo Teolán

Tipo de cobertura	Superficie (m <sup>2</sup> )
Valle del arroyo	3,380,732
Cauce del arroyo	453,726
Marisma	12,355
Vegetación riparia	1,104,413
Cultivo de temporal	17,140
Cultivo de temporal con mango	68,231
Cultivo de mango	76,283
Cultivo de coco	39,625
Total de cultivos	201,279

Para representar cartográficamente los diferentes tipos de cobertura del paisaje ripario del arroyo Teolán se escogieron cuatro esquemas, a partir del ensamble de imágenes de Google Earth (Fig. 6.1). El primer esquema muestra la parte del arroyo que desemboca en el océano pacífico, mientras los otros tres muestran el tipo de cobertura del paisaje ripario donde se realizaron los muestreos en campo.

En la parte baja de la cuenca fue donde se observó el total de los cultivos, principalmente en la parte cercana a la desembocadura con el océano Pacífico; además de que casi no hay vegetación riparia (Fig. 6.2)

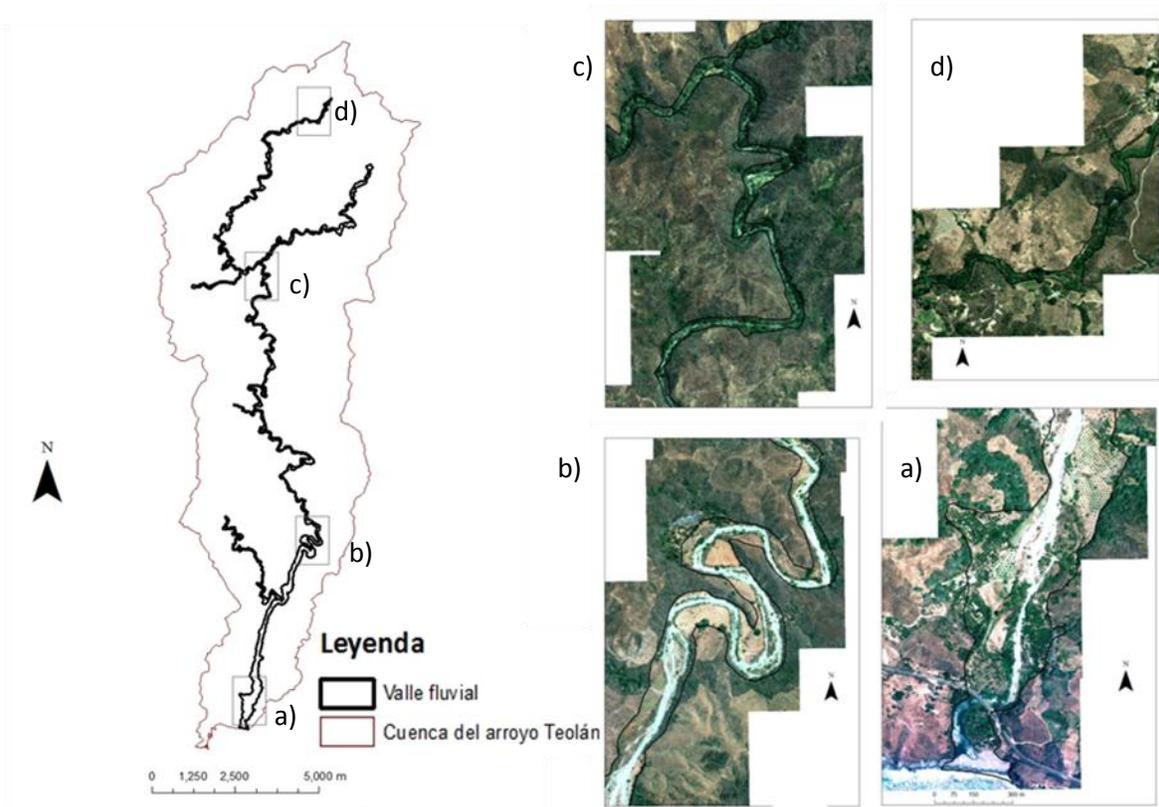


Figura 6.1. Esquemas de diferentes porciones del paisaje ripario del arroyo Teolán. a) Parte baja de la cuenca, donde desemboca con el océano Pacífico; b) zona baja de la cuenca donde se hizo el trabajo de campo; c) zona media de la cuenca; y d) zona alta de la cuenca.

La zona donde desemboca el arroyo Teolán es utilizada para realizar cultivos con especies tanto anuales como perennes (Fig. 6.2a). La zona en la que se realizó el muestreo de la parte baja de la cuenca, que se escogió para ser muestreada en la parte baja presentó también algunos cultivos, aunque sólo se representa uno, pues los demás no alcanzaron el área mínima cartografiable, que es de 506 m<sup>2</sup>.

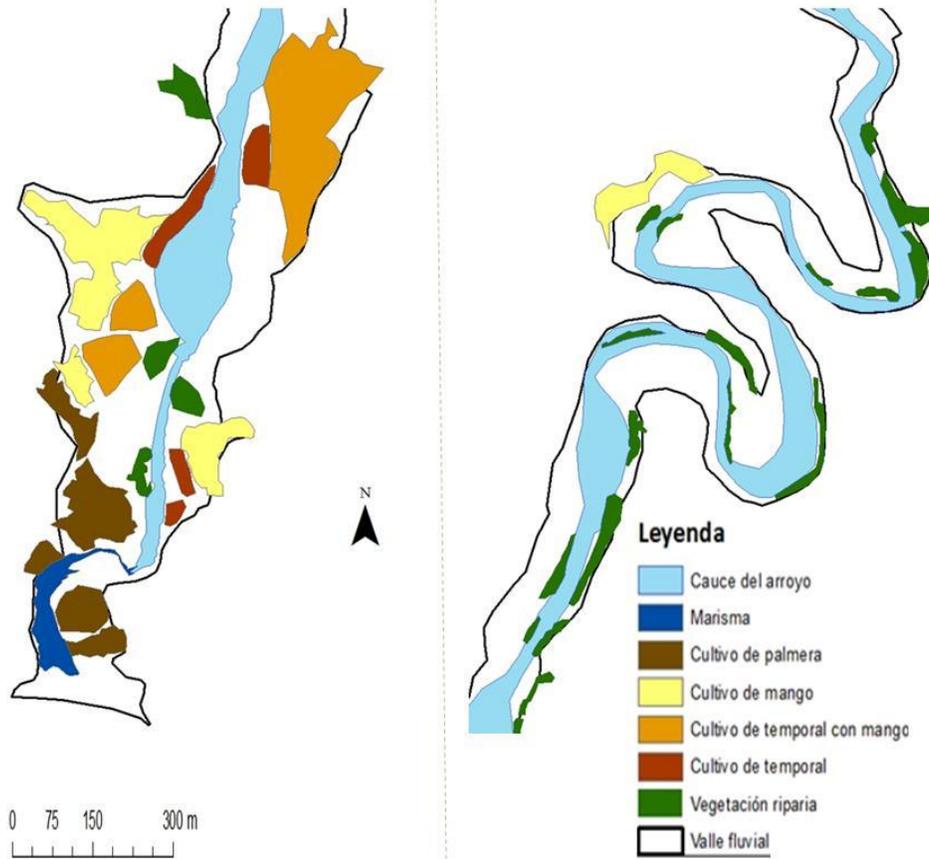


Figura 6.2 Esquemas de la parte baja de la cuenca. En la imagen de la izquierda se observa el extremo inferior de la cuenca, en donde desemboca en el océano pacífico. En la imagen de la derecha se observa la zona donde se realizó cuatro de los cinco muestreos del paisaje ripario en la zona baja de la cuenca.

En las partes media y alta, en cambio, no se observó la presencia de cultivos al lado del arroyo, por lo que únicamente se observa la vegetación riparia sobre el valle fluvial del arroyo (Fig. 6.3).

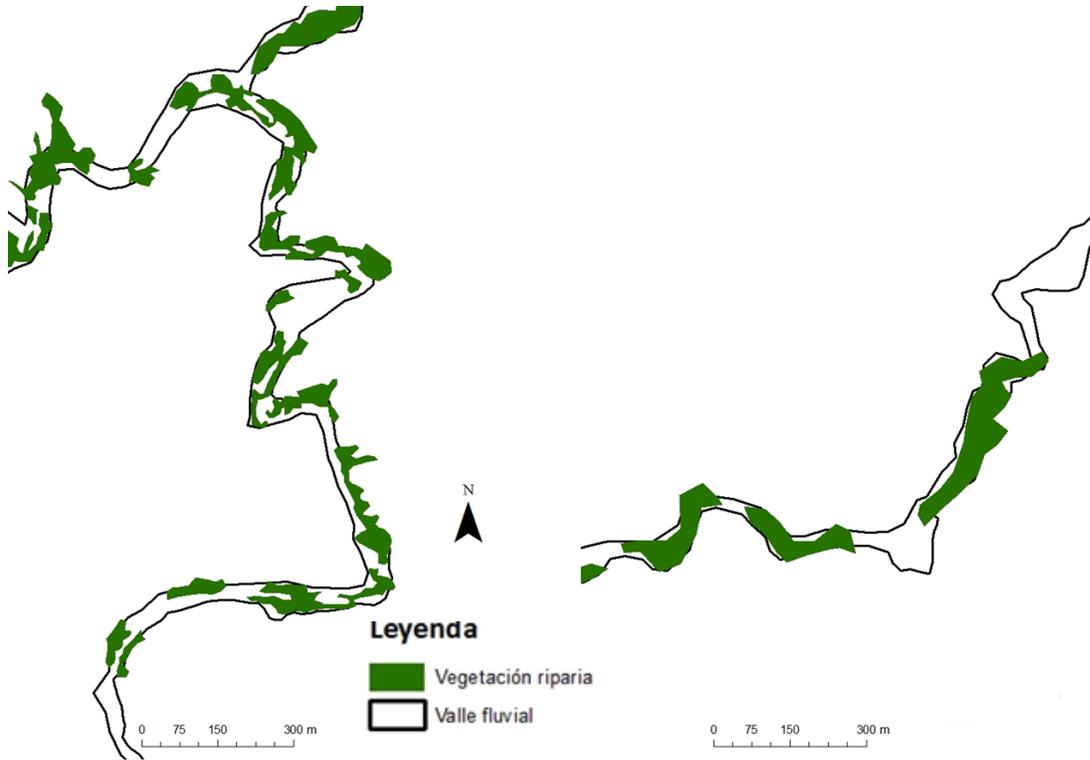


Figura 6.3 Cobertura del paisaje ripario en las zonas media y alta de la cuenca, a izquierda y derecha, respectivamente.

## 6.2. Descripción biofísica del arroyo

### 6.2.1. Geomorfología

En cada zona funcional los perfiles transversales del arroyo presentaron diferente geomorfología fluvial (Fig. 6.4). El arroyo Teolán, en la parte baja de la cuenca, se caracteriza por tener un cauce muy ancho y poco profundo (Fig. 6.5), compuesto en su mayor parte por arena y grava, dentro del cual el canal activo suele cambiar de trayectoria cada año. El cauce en las partes media y alta, en cambio, fue más profundo y angosto, además de que suele estar confinado a suelo o roca (Figs. 6.6 y 6.7).

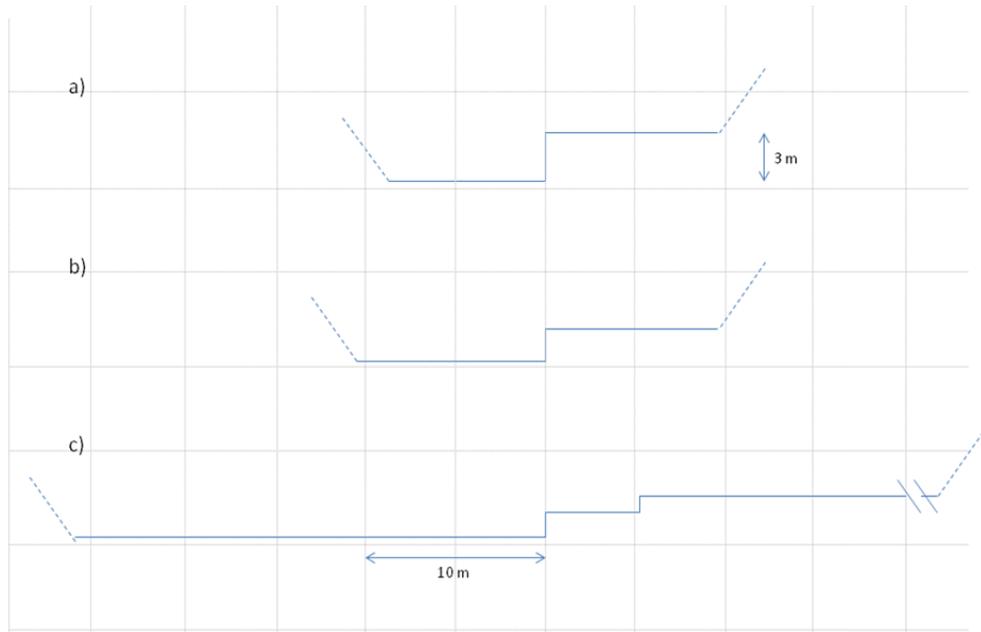


Figura 6.4 Perfiles tipo de cada una de las zonas de la cuenca. a) Zona alta, b) zona media, c) zona baja



Figura 6.5. Fotografía del arroyo Teolán en la parte baja de la cuenca.



Figura 6.6 Fotografía del arroyo Teolán en la zona media de la cuenca.



Figura 6.7 Fotografía del arroyo Teolán en la zona alta de la cuenca

La amplitud del cauce de la parte baja es marginalmente igual a la de la zona media ( $P = 0.054$ ) y diferente a la alta ( $F = 5.79$ , g.l. = 2 y 12,  $P = 0.019$ ) (Fig. 6.8). La amplitud de la terraza 1, por su parte, fue igual en toda la cuenca ( $F = 0.95$ , g.l. 2 y 12,  $P = 0.41$ ). El ancho de la terraza de cultivo en la parte baja es muy variable, ya que se encontraron tres terrazas con aproximadamente 12 m de ancho y dos con más de 100.

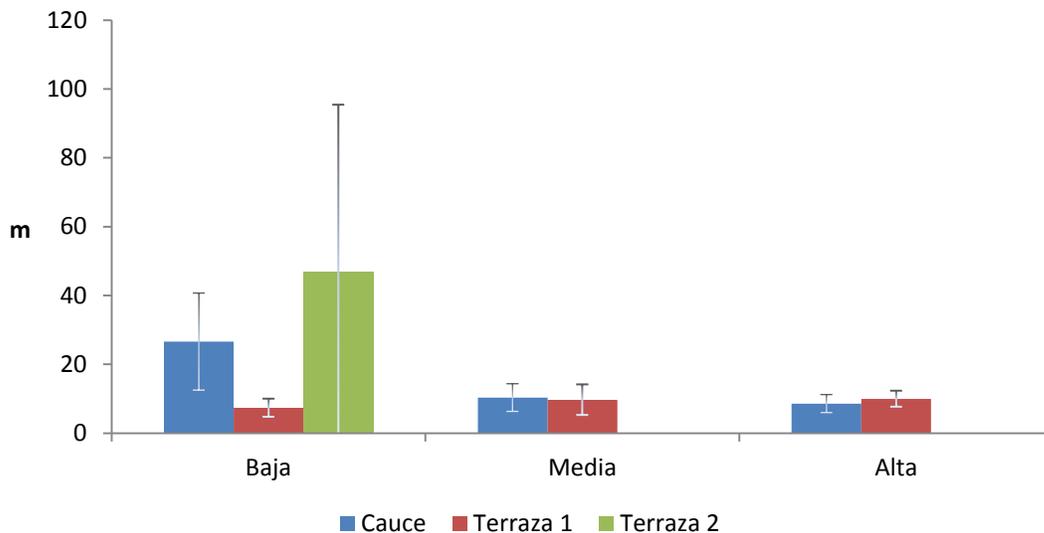


Figura 6.8. Amplitud del cauce, de la terraza con vegetación riparia (terrazza 1) y de la terraza cultivada, en color verde.

En cuanto a la profundidad del cauce, se encontró que la única diferencia ocurre entre la parte baja y la alta de la cuenca ( $F = 5.18$ , g.l. = 2 y 12,  $P = 0.029$ ), mientras que las demás son iguales (Fig. 6.9).

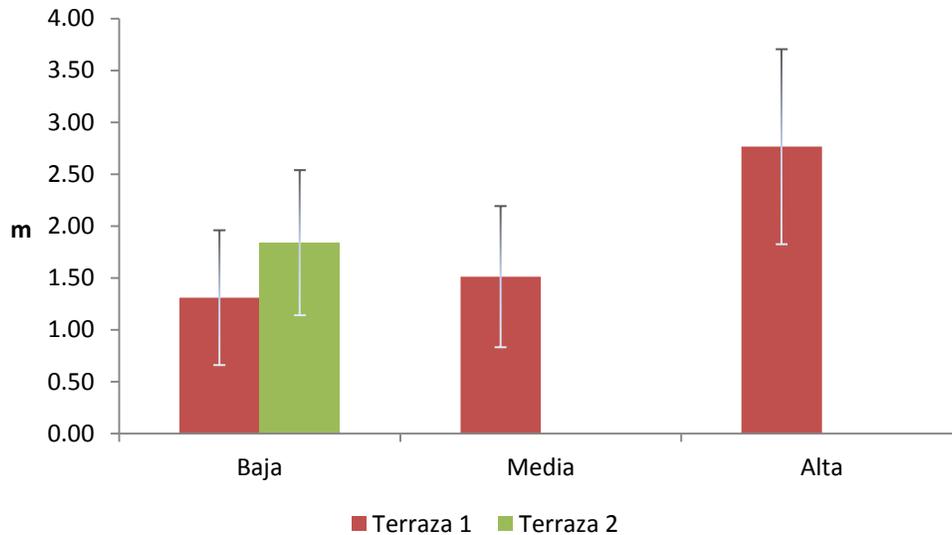


Figura 6.9 Altura relativa promedio (m) de la terraza con vegetación riparia (Terraza 1) y de la cultivada (Terraza 2), con respecto al cauce del arroyo.

## 6.2.2 Vegetación riparia

### Riqueza, abundancia y densidad.

En las parcelas de muestreo se encontraron 126 individuos pertenecientes a 48 especies de árboles. En la parte baja de la cuenca se encontraron 46 individuos pertenecientes a 15 especies. La especie más abundante es el ahuijote (*Astiantus viminalis*) con 14 individuos, seguido por el Habillo (*Hura poliandra*) con 7 y el resto tiene menos de cinco. En la parte media de la cuenca se encontraron 40 individuos pertenecientes a 18 especies, las más abundante de las cuales es el cacahuananche (*Gliricida sepium*) con 8 individuos, mientras que el resto de las especies se presentaron en número menor que cinco. En la parte alta de la cuenca se registró una abundancia de 40 individuos, pertenecientes a 20 especies; esta zona fue la más diversa y la que presentó los valores más bajos en abundancia relativa, ya que sólo el anonillo, el churen y el zorrillo alcanzaron 4 individuos, de los cuales además no se cuenta con el nombre científico.

La densidad promedio en la parte baja de la cuenca fue de 9.2 individuos en 100 m<sup>2</sup>, mientras que en las de las partes media y alta fue ligeramente menor, con 8 individuos en cada una.

## Composición

El listado de las 48 especies encontradas (en 19 familias), se presenta en la tabla 6.2, de las cuales 11 se identificaron únicamente a nivel de género, cinco a nivel de familia, cuatro sólo con el nombre común y cinco no fueron identificados ni con el nombre común

Tabla 6.2 Listado de especies de árboles del paisaje ripario del arroyo Teolán para cada zona de la cuenca.

Zona	Nombre científico	Familia	Nombre común
Baja	<i>Astianthus viminalis</i> (Kunth) Baill.	Bignoniaceae	Ahuijote
	<i>Bursera grandifolia</i> (Schltdl.) Engl.	Burseraceae	Palo colorado
	<i>Hura polyandra</i> Baill.	Euphorbiaceae	Habillo
	<i>Acacia</i> sp	Fabaceae	Huizache
	<i>Brongniartia</i> sp	Fabaceae	Huesillo
	<i>Caesalpinia eryostachis</i> Benth	Fabaceae	Iguanero
	<i>Caesalpinia platyloba</i> S. Watson	Fabaceae	Frijolillo
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb	Fabaceae	Parota
	<i>Myroxylon</i> sp	Fabaceae	Lechillo
	?	Flacourtiaceae	Guasima
	<i>Vitex mollis</i> Kunth	Lamiaceae	Zapotillo
	<i>Heliocarpus occidentalis</i> Rose	Malvaceae	Chacoalalate
	<i>Pseudobombax ellipticum</i> (Kunth) Dugand	Malvaceae	Bonetillo
	<i>Psidium sartorianum</i> (Berg) Nied.	Myrtaceae	Guayabillo
	<i>Zanthoxylum</i> sp	Rutaceae	?
?	?	?	
?	?	?	
?	?	?	
?	?	?	
?	?	Murcielaguillo	
Media	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	Anacardiaceae	Culebro
	<i>Cordia elaeagnoides</i> DC.	Boraginaceae	Bocote
	<i>Sapium pedicellatum</i> Huber	Euphorbiaceae	Reblero
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	Fabaceae	Pirinduca
	<i>Coursetia</i> sp	Fabaceae	Yerbo
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb	Fabaceae	Parota
	<i>Gliciridia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex. Griseb	Fabaceae	Cacahuananche
<i>Lysiloma microphyllum</i> Benth.	Fabaceae	Tepemezquite	

	<i>Platymiscium sp</i>	Fabaceae	Trompolillo
	<i>Senna atomaria</i> (L.) Irwin & Barneby	Fabaceae	Alejo
	<i>Vitex sp</i>	Lamiaceae	Atuto
	<i>Trichilia trifolia</i> L.	Meliaceae	Tronador
	<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz	Moraceae	Huje
	<i>Ficus insípida</i>	Moraceae	Higuera Blanca
	?	?	?
	?	?	Aliso
	?	?	Palo de lagarto
	?	?	Tabaquillo
	<i>Anona sp</i>	Annonaceae	Anonillo
	<i>Anona sp</i>	Annonaceae	Anono
	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	Papayo silvestre
	?	Euphorbiaceae	?
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	Fabaceae	Pirinduca
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb	Fabaceae	Parota
Alta	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex. Griseb	Fabaceae	Cacahuananche
	<i>Inga sp</i>	Fabaceae	Churen
	<i>Senna sp</i>	Fabaceae	?
	<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz	Moraceae	Huje
	<i>Ficus crocata</i> (Miq.) Miq.	Moraceae	Higuera
	<i>Ficus insípida</i> Willd.	Moraceae	Higuerillo
	?	Phytolaccaceae	Cicuito
	<i>Coccoloba sp</i>	Polygonaceae	Jovero
	?	Sapotaceae	Cabezo
	?	Urticaceae	Canelillo

Además de las especies encontradas en las parcelas de muestreo, se colectaron 18 especímenes durante los recorridos a pie, de las cuales únicamente una especie fue identificada sólo con su nombre común (Tabla 6.3). La familia de árboles riparios más abundante del arroyo Teolán es Fabaceae, con 19 especies.

Tabla 6.3 Especies arbóreas registradas durante los recorridos a pie, para cada zona de la cuenca.

Zona	Nombre científico	Familia	Nombre común
	?	?	Clavelina
	<i>Celtis sp</i>	Cannabaceae	Granjeno
	<i>Licania arborea</i> Seem.	Chrysobalanaceae	Zapotillo
Baja	<i>Aeschynomene sp.</i>	Fabaceae	Maravilla
	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) Kunth ex DC.	Fabaceae	Pirinduca

	<i>Lysiloma tergemina</i> Benth	Fabaceae	Granjeno
	<i>Senna atomaria</i> (L.) Irwin & Barneby	Fabaceae	Iguanero
Media	<i>Sebastiana</i> sp	Euphorbiaceae	Cacahuananche
	<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	Fabaceae	Carnizuelo
	<i>Senna</i> sp	Fabaceae	Tepemezquite
	<i>Trichilia trifolia</i> L.	Meliaceae	Tronador
	<i>Ficus cotinifolia</i> Kunth	Moraceae	Higuera blanca
	<i>Ficus pringlei</i> S. Watson	Moraceae	Higuerilla
	<i>Thouinia</i> sp	Sapindaceae	Huesillo
Alta	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Calophyllaceae	Palo maría
	<i>Licania arborea</i> Seem.	Chrysobalanaceae	Salado
	?	Euphorbiaceae	Semana santa
	<i>Alloysia</i> sp	Myrsinaceae	Arrayán
	<i>Piper abalienatum</i> Trel.	Piperaceae	Achiote
	<i>Randia</i> sp.	Rubiaceae	Crucillo

### Valor de importancia relativa (VIR)

En la parte baja de la cuenca la especie más importante (de acuerdo al VIR) es el ahuijote (*Astianthus viminalis*), seguida por el zapotillo (*Vitex mollis*) y la parota (*Enterolobium cyclocarpum*) (Fig. 6.10).

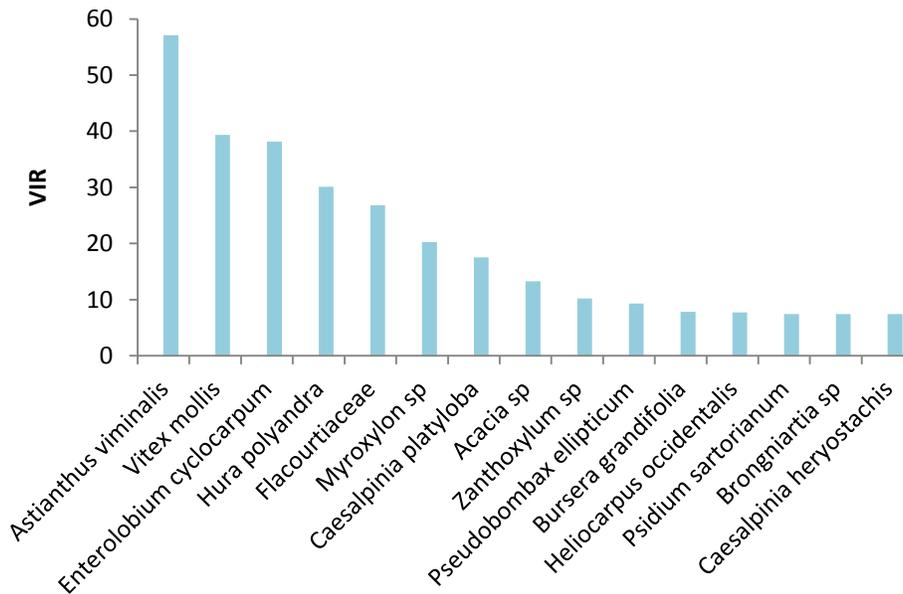


Figura 6.10 Valor de importancia relativa (VIR) de la zona baja de la cuenca del arroyo Teolán.

En la parte media de la cuenca la especie más importante fue el cacahuananche (*Gliricidia sepium*), seguida por el higuerrillo (*Ficus insipida*) (Fig. 6.11).

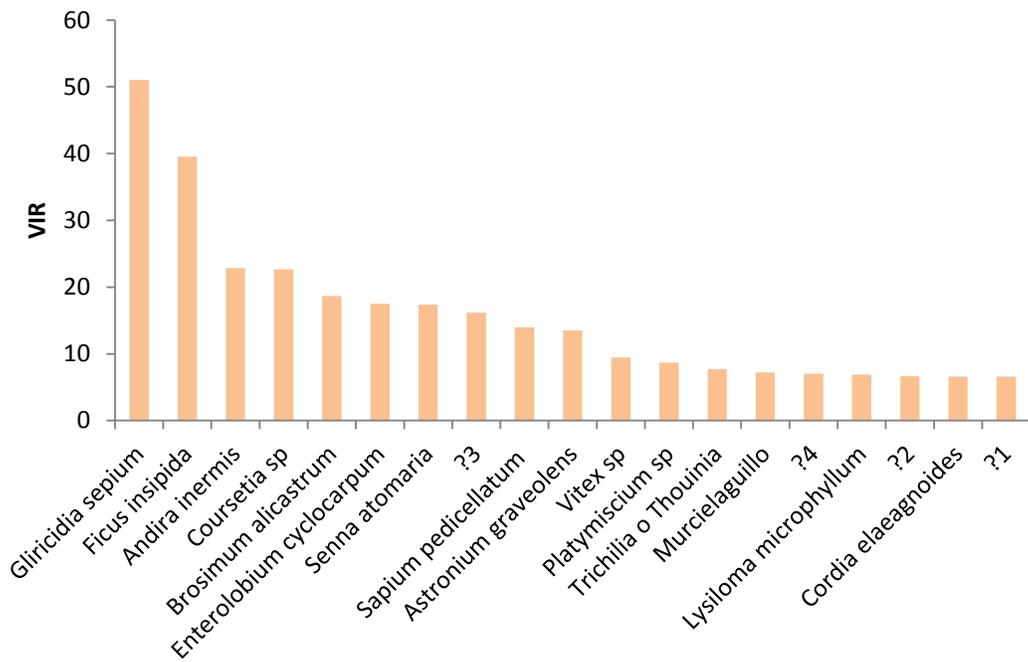


Figura 6.11. Valor de importancia relativa en la zona media de la cuenca del arroyo Teolán.

En la zona alta de la cuenca las especies más importantes, con *ca* del 35 %, fueron el churen (*Inga sp.*) y la parota (Fig. 6.11).

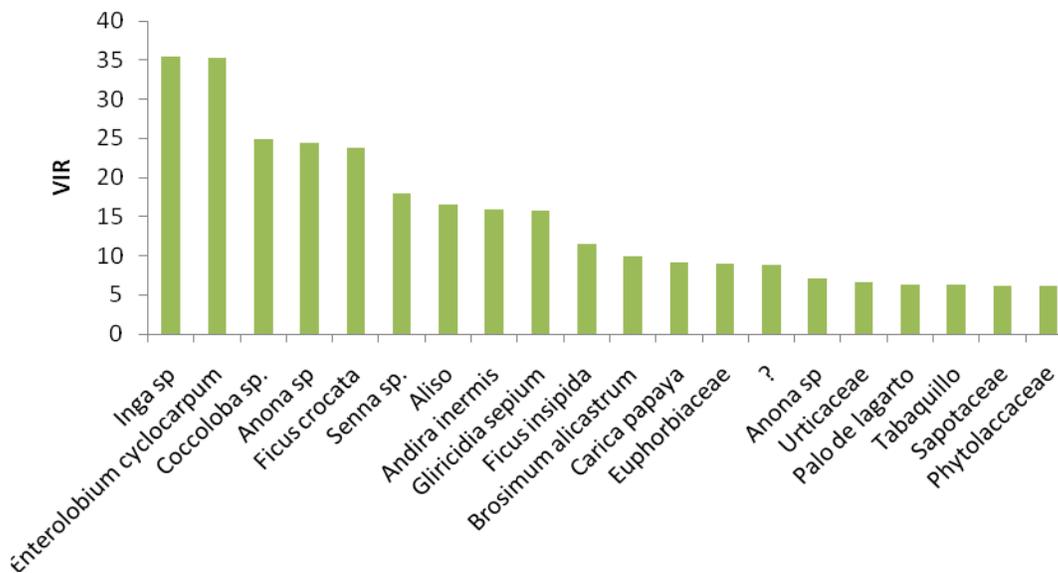


Figura 6.12. Valor de importancia relativa en la zona alta de la cuenca del arroyo Teolán

En cuanto a la importancia de todas las parcelas muestreadas, se observó que la parota tuvo los mayores valores, con cerca del 30 %, seguido del ahujote (Fig. 6.13).

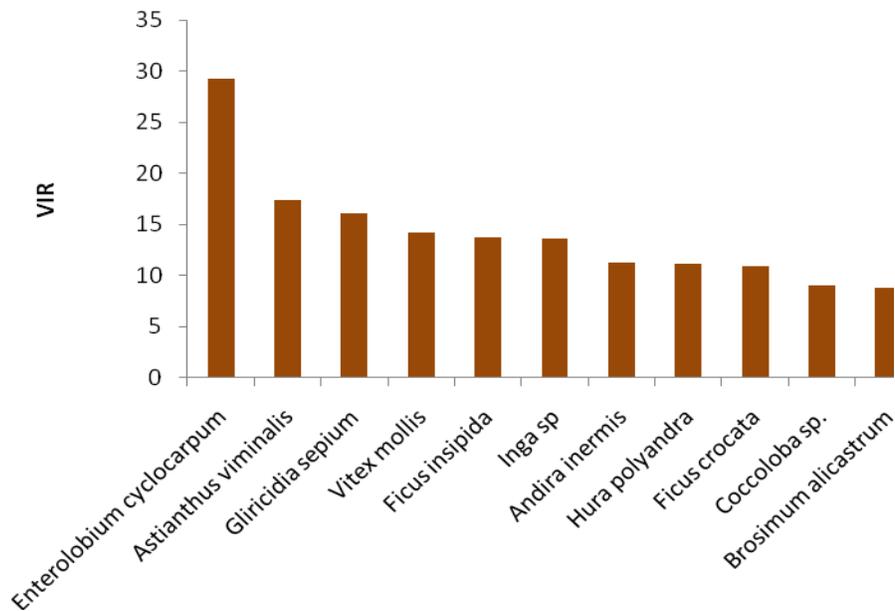


Figura 6.13. Valor de importancia relativa de las especies de árboles del arroyo Teolán.

## Estructura

La altura promedio no difirió significativamente a lo largo de la cuenca ( $F = 1.47$ , g.l. = 2 y 123,  $P = 0.23$ ), siendo de 10.05 m en la zona baja, 11.54 en la media y 11.55 en la alta (Fig. 6.14).

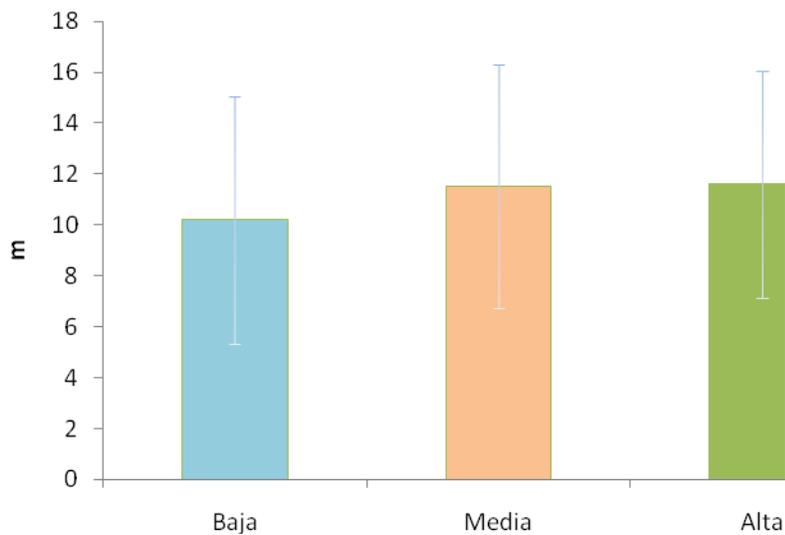


Figura 6.14 Altura promedio del estrato arbóreo para cada zona de la cuenca.

El diámetro promedio de los individuos de la parte baja fue de 28.33, en la media fue de 24.74 y en la parte alta fue de 31.82 (Fig. 6.15). En esta variable tampoco hubo diferencias significativas ( $F = 1.93$ , g.l. = 2 y 123,  $P = 0.15$ ).

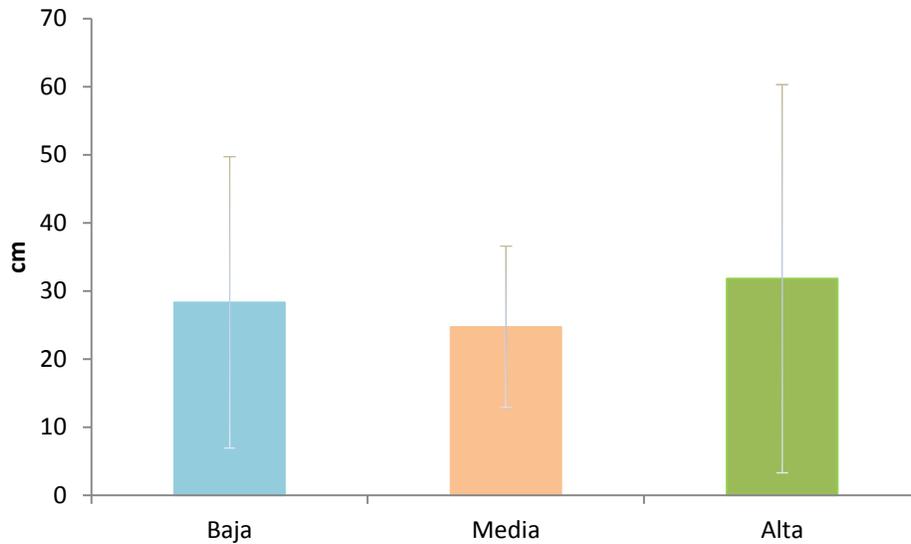


Fig. 6.15. Diámetro promedio de la vegetación riparia arbórea del arroyo Teolán.

## 6.3 Manejo

Antes de hablar propiamente de las prácticas de manejo que realizan los habitantes, es importante conocer un poco acerca de la historia y la propiedad de la tierra, a fin de conocer también parte del contexto en el que los recursos son aprovechados.

### 6.3.1 Propiedad de la tierra

En esta sección se trata un poco el estatus legal actual de la superficie de la cuenca del arroyo Teolán, en la que se encuentran dos ejidos y diversas pequeñas propiedades. Para el ejido de Caleta de Campos-Nexpa se cuenta con información de archivo del Registro Agrario Nacional, delegación Michoacán, mientras que para el ejido de La Manzanilla no se cuenta con dicha información.

El ejido Nexpa (como es conocido en dicho archivo) pertenece al Mpio. Lázaro Cárdenas, consta de un padrón de 82 ejidatarios y una superficie de 5,994 ha. Los terrenos para la consolidación del ejido fueron tomados del predio “Teolán”, propiedad de Romualdo Málaga

Oregón, respetándole como pequeña propiedad ganadera la superficie de 4,326 ha de agostadero cerril con 5 % laborable, así también se excluye la superficie de 146 ha que se encuentra ocupada por el fundo del poblado “Caleta de Campos”, municipio de Lázaro Cárdenas, desde tiempo inmemorial. El presidente de la república Miguel de la Madrid concedió dotación definitiva de tierras a los vecinos solicitantes. El decreto ejidal es publicado el 10 de agosto de 1983 en el Diario Oficial de la Nación, aunque es ejecutada hasta el 6 de octubre de 1991.

El Pajal está constituido por unas 20 casas y la mayor parte de ellas pertenece a las familias Horta y Macías. Don Diego Horta tiene varias pequeñas propiedades junto al ejido Caleta de Campos. La mayor parte de la tierra en El Pajal pertenecía a él y a Felipe, pero luego se repartieron. Actualmente las tierras pertenecen a Efraím, Diego, Felipe y los Macías.

Cuentan los habitantes de Los Potreros, que la zona norte de la cuenca del arroyo Teolán perteneció a la hacienda de un general del ejército mexicano, de apellido Guzmán, al parecer hace poco más de un siglo. El general Guzmán se apropió de la tierra a través de engaños y corrió a los indígenas a quienes les pertenecía la tierra. El área de la hacienda abarcaba desde el río Chuta al de Aguillilla y desde Tumbiscatío al océano. En Ahuindo (asentamiento inmediato a Los Potreros) se encontraba el casco de la hacienda. Don Félix González comenta que su abuelo tocaba el arpa en la hacienda del general Guzmán.

Tiempo después, el papá de Don Félix les compró a los señores Guzmán lo que ahora son llamados Los Potreros de Ahuindo. Cuando Don Félix tenía 18 años, su papá les heredó, a él y a sus cuatro hermanos, 250 ha escrituradas a cada uno, ya que los ejidatarios querían apropiarse de algunas de sus tierras. Todos sus hermanos vendieron y él le compró su parte a su hermano menor, pensando en que si compraba mucha más tierra no iba a tener quién la trabajara. Al respecto, Don Félix menciona que se equivocó, pues la vida le dio demasiado pues su esposa tuvo 21 hijos, de los cuales viven 13, 7 hombres y 6 mujeres. Aquí en Los Potreros hay tres de sus hijos varones y también varios nietos. Las tierras de Los Potreros siguen perteneciendo en gran parte a Don Félix González, aunque ahora también pertenecen a Elías Zúñiga.

### 6.3.2 Usos del área riparia

Las personas que habitan y aprovechan la cuenca del arroyo Teolán utilizan gran parte de los componentes del paisaje ripario. A lo largo de la cuenca, utilizan el arroyo para bañarse, lavar la

ropa, regar, dar a beber a los animales, cazar y pescar; no se encontró que realicen festejos religiosos junto al arroyo Teolán. Entre la fauna comestible se encuentran chacales (camarones de río), peces, y cocochas (especie de garza observada únicamente en la parte baja de la cuenca), pero también se llegan a encontrar otros animales como patos, garzas, nutrias (en algunos pozos).

El paisaje ripario de la zona baja de la cuenca se distingue de las otras dos zonas porque éste es ampliamente utilizado para cultivar, ya que presenta playas amplias y de fácil acceso. Las especies vegetales que se cultivan son tanto anuales como perennes. Cerca del arroyo la tierra suele ser más fértil y apta para cultivar, debido a las aportaciones de agua con nutrientes provenientes de las partes más elevadas de la cuenca, pero esta zona también es más susceptible a que pueda ser arrasada por una crecida del arroyo o a que cambie de curso el cauce. Esto ocasiona que los habitantes se encuentren frecuentemente en una disyuntiva (trade off) que consiste entre cultivar cerca o lejos del arroyo, y suelen resolverlo colocando especies anuales cerca del cauce del arroyo, tales como maíz, frijol, calabaza, tomatillo (tomate verde), sandía o pasto para el ganado, mientras que las especies perennes suelen ser plantadas más lejos del cauce del arroyo. Las huertas de especies perennes que hay son de papaya, mango y, en la desembocadura, coco. En los meses del estudio, se observó que algunas terrazas junto al arroyo ya no pueden ser cultivadas debido a que las crecidas de años anteriores se llevaron el suelo y los nutrientes dejando el terreno infértil (Tabla 6.4). Entre las especies de temporal se cultiva pasto, maíz, frijol, calabaza, tomatillo (tomate verde) y sandía.

Tabla 6.4. Parcelas cultivadas en los últimos años en la zona baja de la cuenca.

Parcela	Especies que cultiva	
	(año 2010)	Especies cultivadas anteriormente (y en qué año)
1	Pasto	Sandía, calabaza y maíz (2009)
2	Pasto	Maíz y calabaza (2006)
3	Mango	Mango (aprox. 1980)
4		Sandía (2009)
5	Calabaza	Maíz (2010)

En las partes media y alta del arroyo, en cambio, la formación de playas junto al arroyo es escasa y la mayor parte de los cultivos que realizan los habitantes se da dentro las localidades, junto a arroyos de primer o segundo orden, a través de lo que ellos llaman rieguitos, que son pequeñas

parcelas en las que cultivan frijol, repollo, nopal, jitomate, tomatillo, chile, zanahoria y cebolla. Además plantan árboles frutales como mandarina, guanábana, coco, mango y nanche.

Junto al lecho del arroyo es común encontrar franjas de vegetación riparia, de entre tres y ocho m de ancho, las cuales sirven como zona de amortiguamiento entre los cultivos y el arroyo, con lo que previenen que las crecidas arrasen con los cultivos y dejen las parcelas infértiles por varios años. De acuerdo con los informantes, las especies que constituyen estas franjas de árboles riparios son especies útiles, por lo que si crece alguna que carece de utilidad, suelen arrancarla, conservando sólo especies que se puedan aprovechar. En el sitio 1 de muestreo, por ejemplo, todos los habillos (*Ura polyandra*) fueron plantados hace más de 20 años por el papá de Don Chuy Vega. Otra razón importante por la cual los habitantes de la cuenca suelen respetar estas franjas de árboles es porque creen que la madera llama el agua, a través de la lluvia, por lo que no es bueno cortar los árboles que están al pie del arroyo.

Los habitantes del arroyo Teolán utilizan la mayor parte de las especies de árboles riparios. Casi todos los “palos” (como llaman ellos a los árboles) se utilizan como leña, pero existe un amplio conjunto de especies que son valoradas por otras diversas propiedades (Tabla 6.4). La especie más utilizada por los habitantes de la cuenca es el uje (*Brosimum alicastrum*), pues la madera es resistente y útil en la construcción de casas, los frutos sirven de forraje para el ganado y animales silvestres apreciados por su carne (como el venado), las hojas se preparan en té pues son medicinales.

Tabla 6.4. Usos de la vegetación riparia arbórea en el arroyo Teolán.

Nombre común	Comestible	Tabla	Postes	Vigas	Forraje	Otros
<i>Alejo</i>		X				
<i>Aliso</i>			X	X		
<i>Arrayán</i>	X					
<i>Anonillo</i>	X					Pasmos
<i>Bocote</i>		X				Pasmos
<i>Bonetillo</i>	X					
<i>Cabezo</i>	X					
<i>Cacahuananche</i>			X			Para hacer cercas
<i>Chacoalalate</i>						Para curar heridas
<i>Churen</i>	X					
<i>Clavelina</i>					X	Para hacer cuerdas
<i>Cuirindo</i>		X				

<i>Culebro</i>			X	X		
<i>Frijolillo</i>		X	X			
<i>Guayabillo</i>	X				Las hojas se usan en té	
<i>Higuera</i>		X				
<i>Higuerilla</i>		X		X		
<i>Huesillo</i>					Limpiar el visor	
<i>Huizache</i>				X	La vaina	
<i>Iguanero</i>			X			
<i>Jobero</i>	X					
<i>Maravilla</i>	X					
<i>Murcielaguillo</i>				X		
<i>Palo Colorado</i>					Para heridas, la tecata	
<i>Palo María</i>				X		
<i>Parota</i>		X		X	Para curar heridas	
<i>Pirinduca</i>		X				
<i>Tepemezquite</i>			X	X		
<i>Trompolillo</i>		X				
<i>Uje</i>	X	X		X	X	Las hojas se usan en té
<i>Vainillo</i>			X		X	Pasmos
<i>Varil</i>		X				
<i>Yerbo</i>						Curtir cueros
<i>Zapotillo</i>	X					

Los habitantes de la cuenca tienen conocimiento tradicional acerca de las corrientes subsuperficiales, el cual se trata a continuación.

Don chuy Vega afirma que hay corrientes de agua subsuperficial (que están debajo de la superficie) que no siguen el mismo curso del arroyo, pues él identificó una corriente que pasa debajo de sus tierras, la cual atraviesa el arroyo Teolán de manera transversal. Él comenta también que únicamente en la parte baja de la cuenca las corrientes subterráneas van siguiendo el lecho del arroyo. Él conoce esto debido a que sabe “marcar” el agua, a través de una técnica que se describe más adelante. Don Chuy explica que las corrientes de agua no siguen el curso del arroyo porque éstas se encuentran dentro de grietas, lo cual hace que aparezca de vez en cuando en la superficie un ojo de agua. Don Chuy cree que esas grietas están desde el inicio de los tiempos. Los temblores pueden hacer que un ojo de agua crezca o se seque, porque las grietas del suelo se juntan y la corriente cambia de dirección y fluye hacia otro lado. Antes, como comentaron

varios informantes a lo largo de la cuenca, había mucha más agua, pero a partir del temblor de 1985 las grietas se cerraron. Los habitantes de esta región conocen dos prácticas para procurarse agua potable todo el año. La primera consiste en detectar por donde pasa una corriente de agua, mientras la segunda consiste en hacerla brotar superficialmente, a través de la marca y la siembra de agua, respectivamente.

Marcar el agua: Para poder conocer por dónde pasan las corrientes de agua por abajo del suelo, se utilizan dos varillas de acero delgadas, de aproximadamente medio metro de largo, rectas y con uno de los extremos doblado en ángulo, a fin de poderlas tomar, una con cada mano, de forma que queden paralelas al piso, juntas y apuntando con dirección al frente. Se camina con ellas y al llegar a una corriente, las varillas se abren, alineándose al flujo del agua. Don Chuy menciona que marcar el agua no lo puede hacer cualquier persona, pues hay gente que no tiene ese don y no puede marcar el agua. Yo personalmente, con asesoría de Don Chuy, lo intenté dos veces, una en la parte baja y otra en Los Potreros, la primera vez no ocurrió nada, pero la segunda vez sí; ignoro la causa de dicho resultado. El agua que tiene Don Chuy en sus tierras junto al arroyo Teolán él la marcó; además, ha marcado el agua para otras personas de la región, como a Don Chuy Mellín de Caleta de Campos, Don Félix Arévalos de Los Potreros (de lo cual yo fui testigo) y a algunos amigos suyos de Mezcalhuacán. Dice Don Chuy: “ahorita muchas gentes me tienen confianza para marcar el agua”.

Siembra del agua: La siembra del agua es una práctica tradicional conocida en Tierra Caliente, tanto en Michoacán como en Guerrero, y en la región Sierra-Costa de Michoacán, la cual consiste en plantar unas botellas de agua en una barranca seca para que de ahí surja un manantial con agua potable todo el año. En este trabajo se preguntó específicamente por esta práctica y se encontró que casi todos los interlocutores de más de 50 años mayor edad (11 gentes) la conocen y la han realizado alguna vez.

La siembra del agua se puede hacer en varias fechas, pero el 3 de mayo, día de la Santa Cruz, se recomienda especialmente para ello. El 3 de mayo es un día que está asociado con el culto al agua mesoamericano, como puede verse en diversas celebraciones actuales a lo largo del país que se realizan en esta fecha (Merlo, 2009). El culto al agua del 3 de mayo se remonta a la tradición prehispánica en la que los tlaloque eran venerados y reconocidos por ser deidades acuáticas capaces de hacer llover o dejar de hacerlo (Urquijo, 2009).

Para sembrar el agua es preciso ir al mar en la mañana, justo después del amanecer, con de una a cuatro botellas de plástico (el número varía según la versión), las cuales son llenadas a mitades con arena y con agua de mar, preferentemente donde el oleaje es más estable. Se lleva al lugar donde será sembrada, el cual estará cerca de una corriente subterránea o que presente un poco de humedad. A cada una de las botellas se les coloca un cabresto (crin de caballo tejida en trenza) con una parte dentro de la botella y el resto alrededor de la botella. Las cuatro botellas se ponen formando una cruz y se clava un machete.

Para poder sembrar agua es preciso “tener fe, creer en Dios dicen ellos”. Así, cada vez que se siembra una botella se debe rezar un credo; de preferencia un niño pone las botellas mientras un adulto reza. Las botellas se dejan ahí, pero hay que taponarlas, con cemento, para que no las saque el arroyo en temporal. A vuelta de año, un manantial florece en el lugar donde se sembró el agua.

Don Chuy Vega comentó que el cabello es lo que “hace crecer el agua”, que los cabrestos van hacia afuera del cántaro y son las que se van a convertir en las líneas del agua. También comentó que la siembra del agua es como un secreto, ya que si no se cree en la siembra simplemente no resulta. Don Chuy menciona que él plantó un agua en una barranquita seca y el agua que salió es la que utilizan su familia y el ganado para beber en su rancho; Don Chuy afirma que “sale tanta agua que una bombilla de pulgada no seca el agua que sale en la noria, aunque esté trabajando todo el día”.

Cuenta Don Chuy que en la Mata de Plátano, por el arroyo de Lindavista, vivía un señor llamado Pedro Farías, pariente de Don Chuy. Ese señor sembró un agua en una barranquilla porque vio que había tules. Esa agua corría como a unos 200 m desde cuando la plantó. El dueño del rancho, cuando vio que ese señor tenía mucha agua, en lugar de haber estado agradecido, lo corrió. Pedro Farías sacó las botellas y se secó el agua. Se dice, que el que saca las botellas de un agua que fue plantada por egoísmo, ya no puede plantar otra agua. Un ejidatario de Poturo, en Churumuco, comentó que si hay peleas en torno al agua, el agua deja de brotar, por lo que la misma agua es sensible a la envidia.

Patricio Macías mencionó que el agua se siembra el mismo día que se saca del mar, si es a las seis de la mañana y se va al D. F., para las siete de la noche la puede sembrar, es cuestión de que se concentre y le pida al señor que le aumente su ojo de agua. La siembra de agua se usa para aumentar el agua de un sitio que presentaba humedad anteriormente.

La siembra del agua es una práctica que se está perdiendo, ya que ahora, con detectar por donde pasa una corriente subterránea, se puede escarbar con una máquina y llegar al ojo de agua. Antes la siembra del agua era común, ahora ya no, menciona Patricio Macías.

## 7. Discusión

Los estudios sobre el paisaje se han incrementado en los últimos años, quizá porque nuevamente se está deseando hacer una ciencia integral. La investigación en la ciencia actual ha tendido a una sobre especialización de sus campos de estudio y ha descuidado la integración hombre-naturaleza, vínculo fundamental de nuestra existencia en este planeta. En los últimos años, sin embargo, ha resurgido este interés a través de la creación de nuevas ramas de la ciencia o de la reactivación de otras, que han retomado el estudio del hombre y la naturaleza en conjunto, como ha ocurrido con la geografía ambiental (Castree *et al.*, 2009), la cual ha integrado una gran diversidad de métodos y conceptos de diversas ciencias naturales y sociales (e.g. antropología, biología, historia y ecología) con los propios de geografía. Esto ha podido darse en esta ciencia ya que, al estudiar espacialmente los procesos físicos y sociales, ha reconocido los diversos actores participantes y sus relaciones, los cuáles pueden ser abordados con mayor detalle por las ciencias más especializadas en algún aspecto de la relación hombre-naturaleza. En este estudio, por ejemplo, se estudió el paisaje ripario con métodos y conceptos de geomorfología, ecología, antropología (i. e. etnografía) y sistemas de información geográfica, con los cuales se obtuvo una visión conjunta de cómo se encuentra el estado actual del paisaje ripario.

Al trabajar con el espacio es necesario acotar los fenómenos estudiados a las escalas adecuadas, a fin de explicar con mayor precisión el fenómeno en cuestión. El estudio de los paisajes riparios, en este sentido, ha sido abordado en múltiples ocasiones a través de diversas escalas espaciales (Schumm, 1977; Tabachi *et al.*, 1998; Brierly y Fryirs, 2006). Entre éstas destaca la cuenca por ser la unidad dentro de la cual se enmarca el paisaje ripario; la cuenca provee mucha información sobre la cantidad de agua que puede drenar, la densidad de las corrientes, índices de bifurcación, entre otros. El paisaje ripario al interior de la cuenca se configura de acuerdo a las zonas funcionales, las cuales presentan diferentes condiciones de altitud, clima o microclima, hidráulica, asociaciones vegetales y prácticas de manejo. Estas condiciones contrastantes delimitan los segmentos de arroyo y por tanto influyen en sus componentes, como el suelo, la vegetación y la geomorfología fluvial.

El estado actual del paisaje ripario de la cuenca del arroyo Teolán se debe a la interacción de múltiples factores biofísicos y sociales. Las geo formas proveen la plataforma física sobre la que se desarrollan los ecosistemas y las sociedades humanas; la vegetación y el suelo regulan múltiples

funciones, al interactuar con la hidrología y ser filtros y depósitos de energía, sedimentos y agua; el hombre, por su parte, con su capacidad creadora, puede remover o alterar la función del paisaje ripario. Así, se observa que todo el paisaje ripario está conectado, por lo cual es posible darse una buena idea del estado actual del paisaje ripario de la cuenca del arroyo Teolán a través de documentar algunas características de los atributos biofísicos y el manejo que realizan los habitantes.

En primera instancia, las condiciones climáticas y de terreno limitan la presencia del agua durante todo el año, lo cual determina la forma de vida de las personas de esta región. La estacionalidad marca el tipo de actividades que realizan los habitantes de la cuenca a lo largo del año. En la zona baja de la cuenca el cauce deja de escurrir agua más pronto que en las partes alta y media, probablemente debido a una alta evaporación e infiltración. Las actividades humanas, en tiempo que tiene agua el arroyo, consisten principalmente en pescar chacales (langostinos de río), bañarse, dar de beber al ganado y lavar, mientras que en la época cuando no corre agua se usa como camino o potrero.

Otra función importante del agua de los arroyos es que permite cultivar una o dos veces al año, dependiendo de la disponibilidad de agua. Esta actividad se da particularmente en la zona baja de la cuenca, donde existen extensas planicies de inundación o playas, como le llaman las personas de la cuenca (terrazza 2, en este estudio). El suelo es bueno para cultivar, ya que recibe aportes periódicos de materia orgánica y nutrientes, por lo que no necesita ser enriquecido con fertilizantes. Las personas suelen cultivar especies perennes si se trata de playas extensas y alejadas del arroyo donde es difícil que llegue el agua y especies anuales en playas más cercanas al cauce del arroyo.

Los tipos de cobertura del paisaje ripario de la cuenca del arroyo Teolán se pueden distinguir en dos grandes zonas. La primera corresponde a la parte baja de la cuenca y se caracteriza por presentar cultivos y poca vegetación riparia, mientras que en las partes media y alta únicamente se presentaron zonas con vegetación riparia. Esto se debe principalmente al encañonamiento del valle, el cual es más angosto conforme se asciende altitudinalmente por el cauce del arroyo, por lo que no hay espacio plano suficiente para cultivar.

Los resultados indican que probablemente las zonas media y alta conformen en realidad una sola zona funcional, ya que la profundidad y amplitud del cauce fue muy similar, además de que el tipo de uso y las prácticas de manejo que realizan los habitantes son las mismas.

El ser humano determina las especies y el tipo de uso de suelo de sus terrenos, lo cual tiene un gran impacto en la conservación de algunas especies, ya que la extracción selectiva de las especies no útiles puede llevar a la extinción de las mismas, quizá lo cual ya ha hecho con varias de ellas. La abundancia de las especies se sugiere que está en función de su utilidad.

La especie con mayor valor de importancia relativa (VIR) de la zona baja es el ahujote (*Astianths viminalis*) el cual se presentó en prácticamente todas las parcelas de muestreo de esta zona. Esta especie es muy abundante porque es muy resistente a la abrasión del suelo, siendo muchas veces la única especie que sobrevive tras las crecidas del arroyo, tal como ocurrió con la parcela número 2 de muestreo, en donde una crecida del año 2009 arrasó con la parcela de cultivo conservándose únicamente los ahujotes. Sin embargo, esta especie únicamente se encontró en la parte baja del arroyo, llamando la atención de que en otras zonas, como cerca de la presa de infiernillo (observación personal), en un arroyo de orden 5, esta especie se encuentra en mayores altitudes, por lo que quizá no sea la altitud la que determina su presencia, sino el tipo de lecho o alguna otra variable asociada a la dinámica de los arroyos principales. Las dos siguientes especies con mayor VIR fueron el zapotillo (*Vitex mollis*) y la parota (*Enterolobium cyclocarpum*), las cuales fueron poco abundantes pero con mucha biomasa, a diferencia del habillo (*Ura poliandra*), el cual es muy abundante pero los individuos de esta especie no llegan a ser árboles muy grandes, por lo que éste último aparece en la quinta posición.

En la zona media, el cacahuananche (*Gliricida sepium*) fue la que tuvo mayor VIR y es además la más abundante, mientras que el higuierillo (*Ficus insípida*), por su parte, es un árbol que tiene un gran tamaño, por lo que se encontró en el segundo puesto. En la zona alta de la cuenca, por su parte, el churen (*Inga sp.*) fue la especie más abundante, pero su VIR fue casi igual que el de la parota, del cual sólo se encontró un individuo de gran tamaño.

En general en la cuenca, la especie con mayor VIR fue la parota, ya que ésta se encuentra en las tres zonas de la cuenca y con individuos de troncos de cerca de un metro de diámetro. Llama la atención que la segunda especie con mayor VIR sea el ahujote, ya que a pesar de encontrarse únicamente el cual es muy común en la zona baja, pero como se comentó,

únicamente se encuentra en esta zona. El uje (*Brosimum alicastrum*), es la especie que tiene mayor diversidad de productos útiles para los habitantes de esta región; sin embargo, en el VIR aparece en el lugar número 11.

La familia más común encontrada en este estudio fue Fabaceae, la cual también ha sido reportada como la más común en otros paisajes riparios (Lebrija-Trejos, 2001; Camacho-Rico *et al.*, 2006).

La densidad de especies vegetales arbóreas encontrada en las diferentes zonas es similar a las reportadas en otros trabajos de vegetación riparia (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Densidad (No. de individuos por m<sup>2</sup>) en diferentes paisajes riparios. \* Datos obtenidos de Lebrija-Trejos, 2001.

Zona	Lott <i>et al.</i> 1987*	Meave y Kellman 1994*	Lykke y Goudiavy 1999*	Lebrija-Trejos 2001	Camacho- Rico <i>et al.</i> 2006	Hernández -Pedrero 2012
1	0.099 ± 0.03	0.076 ± 0.02	0.031	0.068	0.08	0.092
2	0.071 ± 0.02					0.08
3	0.066 ± 0.02					0.08

A diferencia de otros estudios de vegetación en los que se registra la estructura de distintos estratos, en éste únicamente se registró el arbóreo, ya que ha sido reportado como la forma de crecimiento predominante de la vegetación riparia (Camacho-Rico *et al.*, 2006). La altura promedio de los individuos (11.1 m) con 83 % midiendo entre 5 y 15 m. La altura del árbol más alta (27.7 m) fue similar a la reportada en Nizanda, Oaxaca, con 26 m (Lebrija-Trejos, 2001).

Las sociedades y culturas mantienen y protegen aquello que valoran (Naiman *et al.*, 2005). Las personas tienden a poner poco énfasis en proteger los sistemas naturales si no comprenden ni aprecian su valor y los bienes y servicios que proveen (Daily 1997, Nassauer, 1997 en Naiman *et al.*, 2005). Los servicios ecosistémicos abarcan las condiciones y procesos bajo los cuales los sistemas naturales mantienen la biodiversidad y proveen a los humanos con bienes, tales como comida, fibra, combustible y muchos productos químicos e industriales. Junto con la producción de bienes, los servicios ecosistémicos proveen las funciones de soporte de la vida tales como

limpiar el agua y el aire, reciclar y novar, y conferir muchos beneficios intangibles y culturales (Naiman *et al.*, 2005).

En este estudio, se encontró que el paisaje ripario se encuentra en buen estado, lo cual se observa en que hay una amplia cobertura vegetal, cercana a la tercera parte de la superficie del paisaje ripario, además de que en todas las parcelas de muestreo se observó que había rebrotes de las especies arbóreas, por lo que la comunidad vegetal arbórea tiene regeneración natural. Las personas que habitan y utilizan el paisaje ripario del arroyo Teolán, tienen un amplio conocimiento acerca de los beneficios de la vegetación riparia y por ello respetan una franja de árboles al pie del arroyo, siendo incluso que las especies que se mantienen en él son aquellas con alguna utilidad; en este estudio se documentó la utilización de alrededor de 30 especies de árboles.

Por otro lado, el ganado es muy importante para los habitantes, por lo que tener abasto de agua todo el año, en especial durante la temporada de sequía, es fundamental. En este sentido, es muy práctico conocer las técnicas de marca y siembra del agua, para poder tener agua todo el año. La siembra del agua; sin embargo, es una práctica que se está perdiendo, pues en las entrevistas me encontré con que la mayor parte de la gente que la conoce son mayores de 60 años, mientras que los jóvenes no la conocen; además, las personas de esta región mencionaron que ya no se usa casi porque en lugar de sembrar el agua pueden perforar la roca con una máquina y llegar al ojo de agua.

Debido a que los paisajes riparios han sido poco estudiados en México (Camacho-Rico, 2006), esta investigación representa una contribución al conocimiento de estos paisajes con una perspectiva geográfica. Una explicación de la falta de investigación está relacionada con que en México no hay prácticamente grupos de investigación que investiguen los paisajes riparios, a pesar de que a nivel mundial son áreas que la ecología y la geografía han desarrollado ampliamente en los últimos años. En consecuencia, la investigación en estas áreas debe promoverse en las distintas instituciones de investigación asociadas al estudio de recursos naturales y servicios ecosistémicos.

Por último, es importante mencionar que la etnografía es un método que debe ser revalorado en los trabajos de corte biofísico, ya que aporta información indispensable para comprender el contexto social en el que se desenvuelven las comunidades y la manera en que se aprovechan los recursos naturales. Además, muchos trabajos de investigación podrían iniciar a

partir de un conocimiento más cimentado simplemente por conocer el grado de comprensión que tienen las personas sobre los fenómenos en cuestión, ahorrando tiempo y recursos.

## 8. Conclusiones

- El estudio del paisaje ripario debe emplear diferentes escalas espaciales jerárquicas y anidadas, de acuerdo con el objeto de trabajo de la investigación; por ejemplo las escalas de esta investigación: cuenca, zonas funcionales y segmentos.
- El tipo de cobertura del paisaje ripario de la zona baja de la cuenca se caracteriza por presentar amplias terrazas donde se cultivan especies anuales y perennes y poca vegetación riparia, mientras que en las zonas medias y altas, no se cultiva en el paisaje ripario y presenta amplias franjas de vegetación riparia.
- Las características geomorfológicas de la cuenca sugieren que sólo existen dos zonas funcionales, una conformada por la parte baja de la cuenca y la otra por las zonas alta y media.
- La especie con mayor valor de importancia relativa de la cuenca fue la parota (*Enterolobium cyclocarpum*), mientras que la que presenta mayor número de usos es el uje (*Brosimum alicastrum*).
- La composición de la vegetación riparia arbórea depende de su utilidad, lo cual demuestra la estrecha relación que han desarrollado los habitantes de la cuenca del arroyo Teolán con sus recursos naturales, como en este caso la vegetación.
- El conocimiento tradicional en el manejo del paisaje ripario, a través de las prácticas de marca y siembra de agua, se ha preservado seguramente porque éstas siguen siendo útiles para los habitantes de la cuenca para solventar sus necesidades básicas de consumo de agua.

## Bibliografía

- Aguirre, R. 2010. *Ordenamiento territorial comunitario. Ejido Caleta de Campos-Nexpa, municipio de Lázaro Cárdenas, Michoacán*. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Aguirre, R. 2010. Unidades campesinas de paisaje. Estudio de caso en el ejido Nexpa, Michoacán. Tesis de Maestría. CIGA. UNAM.
- Allan, D. 2004. Landscapes and Riverscapes: The influence of Land Use on Stream Ecosystems. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* **35**:257-284.
- Amoros, C. y G. Bornette. 2002. Connectivity and biocomplexity in waterbodies of riverine floodplains. *Freshwater Biology* **47**:761-776.
- Bocco, G. 2003. Carl Troll y la ecología del paisaje. *Gaceta Ecológica*. **68**:69-70
- Brierley, G. y K. Fryirs. 2006. *Geomorphology and river management*. Blackwell Publishing. Australia. Pp: 5 (398).
- Briggs, M. 1996. *Riparian Ecosystem Recovery in Arid Lands. Strategies and References*. The University of Arizona Press. EUA. 159 pp.
- Brooks, K. N., P. F. Ffolliot, H. M. Gregersen y J. L. Thames. 1991. *Hydrology and the Management of Watersheds*. Iowa State University Press/AMES. EUA. 356 pp.
- Camacho-Rico, F., I. Trejo, y C. Bonfil. 2006. Estructura y composición de la vegetación ribereña de la barranca del río Tembembe, Morelos, México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*. **78**:17-31.
- Castree, N., D. Demeritt, y D. Liverman. 2009. Introduction: Making sense of Environmental Geography; en Castree, N., D. Demeritt, D. Liverman, y B. Rhoads. *Environmental Geography*. Blackwell Publishing. 588 pp.
- Cotler, H. 2010. *Las cuencas hidrográficas de México. Diagnóstico y priorización*. Instituto Nacional de Ecología (INE) 231 pp.
- Cué-Bär, E., J. Villaseñor, L. Arredondo-Amezcuca, G. Cornejo-Tenorio y G. Ibarra-Manríquez. 2006. La flora arbórea de Michoacán, México. *Bol Soc. Bot. Méx.* **78**:47-81.
- Cuevas, G., A. Priego, R. Aguirre, y A. Toledo. 2009. *Implicaciones socio-ambientales del cambio global y fortalecimiento de capacidades institucionales locales en regiones costeras del Pacífico mexicano*. Informe final del proyecto SEMARNAT-CONACYT 23490. CIGA. UNAM.

- Daily, G., S. Alexander, P. Ehrlich, L. Goulder, J. Lubchenco, P. Matson, H. Mooney, S. Postel, S. Schneider, D. Tilman, y G. Woodwell. 1997. *Biodiversity and Human Health. Ecosystem Services: Benefits supplied to Human Societies by Natural Ecosystems*. Ecological Society of America en <http://www.wms.org/biod/value/EcosystemServices.html>
- Décamps, H. 2001. How a riparian landscape finds form and comes alive. *Landscape and urban planning* **57**:169-175.
- Dickinson, R. 1991. Global change and terrestrial hydrology - a review. *Tellus*. **43AB**: 176-181.
- Dollar, E. 2004. Fluvial geomorphology. *Progress in Physical Geography* **28**:405-450.
- Dourojeanni, A., A. Jouravlev, y G. Chávez. 2002. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. Naciones Unidas. Serie 47. Santiago de Chile, Chile. 83 pp.
- Espinoza, J., A. L. Medina y A. Gómez-Tagle. 1995. Clasificación morfológica de los canales de la cuenca del arroyo El Carrizal, Tapalpa, Jalisco, México en: *Cooperación Social para el Manejo Sostenible de los Ecosistemas Forestales*. Quinto Simposium Bienal México/ Estados Unidos.
- Fernández-Nava, R, C. Rodríguez, M. L. Arreguín y A. Rodríguez. 1998. Listado Florístico de la Cuenca del Río Balsas, México. *Polibotánica* **9**:1-151.
- Forman y Godron. 1981. Patches and Structural Components for a Landscape Ecology. *BioScience* **31**:733-740.
- González del Tánago, M. y D. García de Jalón. 1998. *Restauración de ríos y riberas*. Ediciones Mundi-Prensa. España. 319 pp.
- Gregory, S., F. Swanson, W. McKee, y K. Cummins. 1991. An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience* **41**:540-551.
- Guber, R. 2006. *La etnografía. Método, campo y reflexividad*. Editorial Norma, Bogotá. 146 pp.
- Hauer R. y M. Lorang. 2004. River regulation, decline of ecological resources, and potential for restoration in a semi-arid lands river in the western USA. *Aquatic Sciences* **66**: 388-401.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), INE, e Instituto Nacional del Agua (CNA). 2007. *Cuencas hidrográficas de México*. Catálogo de metadatos geográficos.
- Lebrija-Trejos. 2001. Análisis estructural de la vegetación ribereña en la región de Nizanda, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.

- Lott, E. 2002. Lista anotada de las plantas vasculares de Chamela-Cuixmala en: Noguera, F. A., J. H. Vega, A. N. García y M. Quesada. *Historia Natural de Chamela*. Instituto de Biología. UNAM. México. Pp: 99-136.
- Lyon, J. y N. Gross. 2005. Patterns of plant diversity and plant-environmental relationships across three riparian corridors. *Forest Ecology and Management* **204**:267-278.
- Malanson, G. 1993. *Riparian Landscapes*. Cambridge University Press. EUA. 296 pp.
- Merlo, E. 2009. El culto a la lluvia en la Colonia. Los santos lluviosos. *arqueología Mexicana*. **96**: 64-68.
- Maass, J.M., V. Jaramillo, A. Martínez-Yrizar, F. García-Oliva, A. Pérez-Jiménez y J. Sarukhán. 2002. Aspectos Funcionales del Ecosistema de Selva Baja Caducifolia en Chamela, Jalisco. En: Noguera, F.A., J.H. Vega Rivera, A.N. García Aldrete y M. Quesada Avendaño (Eds.). *Historia Natural de Chamela*. Instituto de Biología, UNAM. México pp:525-542.
- Maass, J. 2007. La investigación de procesos ecológicos y el manejo integrado de cuencas hidrográficas: un análisis del problema de escala. En: Cotler H. (Comp.). *El manejo integral de cuencas en México: estudios y reflexiones para orientar la política ambiental* (Segunda Edición). Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología. México D.F. Pp:41-58
- Moreno, C. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Naiman, R., H. Décamps y M. Pollock. 1993. The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological applications* **3**: 209-212.
- Naiman, R. y H. Décamps. 1997. The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual review of Ecology and Systematics* **28**:621-658.
- Naiman, R., H. Décamps, y M. McClain. 2005. *Riparia: Ecology, Conservation and Management of Streamside Communities*. Elsevir Academic Press. 430 pp.
- Nilsson, C. y M. Svedmark. 2002. Basic principles and ecological consequences of changing water regimes: riparian plant communities. *Environmental Management* **30**:468–480.
- Osterkamp, W. y C. Hupp. 2010. Fluvial processes and vegetation - Glimpses of the past, the present and perhaps the future. *Geomorphology*. **116**:274-285.
- Poole, G. 2002. Fluvial landscape ecology: addressing uniqueness within the river discontinuum. *Freshwater Biology*. **47**:641-660.

- Salazar, G. 2008. El bosque tropical caducifolio en la microcuenca de San José de Chila, tributario del río Tepalcatepec, municipio de Apatzingán, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH).
- Sauer, C. 1925 [2006]. La morfología del paisaje. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*. 5 (15).
- Schumm, S. 1977. *The Fluvial System*. The Blackburn Press. Estados Unidos de América. 339 pp.
- Schumm, S. 2005. *River Variability and Complexity*. Cambridge University Press. Estados Unidos de América. 220 pp.
- Shepherd, G., F. Stagnari, M. Pisante, y J. Benites. 2008. Visual Soil Assessment. Field Guide. FAO. Italia. P:2-3.
- Solorio, G. 2010. Diagnóstico de una pequeña cuenca y de sus dos principales cauces así como su planificación de uso, en el municipio de Churumuco, Michoacán, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de biología. UMSNH.
- St. Martin, K., y M. Pavloskaya. 2009. Ethnography; en Castree, N., D. Demeritt, D. Liverman, y B. Rhoads. *Environmental Geography*. Blackwell Publishing. 588 pp.
- Stanford, J. y G. Poole. 1996. A protocol for ecosystem management. *Ecological Applications* 6:741-744.
- Strahler, A. 1982. *Geografía Física*. Barcelona, España. 779 pp.
- Tabacchi, E., D. Correl, R. Hauer, G. Pinay, A-M Planty-Tabacchi, y R. Wissmar. 1998. Development, maintenance and role of riparian vegetation in the river landscape. *Freshwater Biology* 40:497-516.
- Toledo, A. 2006. *Agua, hombre y paisaje*. Instituto Nacional de Ecología. 261 pp.
- Turner, M. 2009. Ecology: Natural and Political; en Castree, N., D. Demeritt, D. Liverman, y B. Rhoads. *Environmental Geography*. Blackwell Publishing. 588 pp.
- Urquijo, P. 2009. Tlaloque. Dioses de los cerros y de las lluvias. En *Temas de Geografía Latinoamericana. Reunión CLAG 2005 Morelia*. Urquijo, P. y N. Barrera-Bassols. Pp: 129-138
- Ward, J., K. Tockner, D. Arscott, y C. Claret. 2002. Riverine landscape diversity. *Freshwater Biology* 47:517-539.
- Urquijo, P., y G. Bocco. 2011. Los estudios de paisaje y su importancia en México, 1970-

2010. *Journal of Latin Americanist Geographers*. **10**

- Wiens, J. 2002. Riverine landscapes: taking landscape ecology into the water. *Freshwater Biology*. **47**:501-515.