

# Ecosistema fluvial urbano: evaluación ecológica y visual del río Tamazula en la ciudad de Culiacán, Sinaloa

## *Urban waterway ecosystem: Ecological and visual evaluation of the Tamazula river, located in Culiacán, Sinaloa*

Yazmín Paola Íñiguez-Ayón\*  
César Ángel Peña-Salmón\*  
Sergio Efrén Sicairos-Avitia\*\*

Recibido: marzo 13 de 2015

Aceptado: mayo 19 de 2015

### Resumen

El propósito de este trabajo fue evaluar la calidad ecológica y visual del ecosistema fluvial urbano del río Tamazula. Se adaptaron diferentes índices de calidad ecológica y se aplicó una encuesta a una muestra estadística representativa de los habitantes de la ciudad de Culiacán. Los resultados mostraron una discrepancia entre la calidad ecológica y visual. Además, se constató que la vegetación juega un papel importante en la valoración ecológica como visual. A partir de los resultados, se sugiere crear un plan integral de gestión, a fin de lograr que las oportunidades de recreación que el ecosistema ofrece sean compatibles con los aspectos ecológicos y visuales.

**Palabras clave:** ecosistema fluvial urbano, calidad ecológica, calidad visual del paisaje.

### Abstract

The purpose of this study was to evaluate the ecological and visual quality of urban waterway ecosystem of the *Tamazula* river. Different ecological quality index were adapted and a survey was carried out to the *Culiacán* inhabitant. The results showed a discrepancy between ecological and visual quality. In addition it was found that vegetation plays an important role in the ecological and visual assessment. From the results, it is suggested the creation of a holistic management plan, in order to achieve that the recreational opportunities which the ecosystem offers are compatible with ecological and visual aspects.

**Keywords:** urban waterway ecosystem, ecological quality, landscape visual quality.

\*Universidad Autónoma de Baja California. E-mails: arq.yazminpaola@gmail.com, cesarpena@uabc.edu.mx

\*\* Universidad Autónoma de Sinaloa. E-amil: ssicairos@hotmail.com

## Introducción

En el último siglo las ciudades en México han experimentado una incesante expansión urbana hacia espacios periféricos naturales y márgenes de los ríos (Sánchez y Batres, 2007), lo cual ha incidido en modificaciones en su estructura, composición y funcionamiento (Mesa, 2009) provocando el deterioro ecológico, así como la pérdida y depredación progresiva de los recursos naturales urbanos (Sánchez y Batres, 2007; Batres y otros, 2010).

No obstante, los ecosistemas fluviales urbanos se encuentran aún más alterados y vulnerables por las presiones antropogénicas (Paul y Meyer, 2001; Naiman y Dudgeon, 2011) debido a la reducción de la diversidad morfológica, la destrucción de los hábitats naturales (Freeman y Ray, 2001; Millington y otros, 2015), la disminución del caudal de agua, la pérdida de la capacidad de mantenimiento de la fauna y flora fluvial y el aumento del efecto de borde por la ubicación de vías de comunicación en los cauces (Ureña, 2002).

De igual manera, el paisaje fluvial se afecta debido a que el ecosistema y el paisaje son dos elementos integrales, es decir, uno depende del otro como componentes ecológicos (Odum y Barrett, 2006). Los paisajes fluviales conformados por los cauces y las riberas en el medio urbano son la síntesis de un sistema de relaciones naturales y sociales (Pellicer, 2002; Vidal-Abarca, y otros, 2014), pues el paisaje es percibido por el hombre identificando un sitio concreto detonando las peculiaridades del lugar generándose una señal de identidad (Ureña, 2002).

El paisaje es la fisonomía, la morfología o la expresión formal del espacio y de los territorios y refleja la visión que la población tiene sobre su entorno (Mateo, 2003). En el paisaje convergen percepciones, identificaciones y representaciones del habitante o los habitantes, los cuales se traducen en valoración social, la cual permite que se den los procesos de apropiación y pertenencia a través de la generación de vínculos con los lugares. El concepto de sentido de pertenencia se refiere a la acción y al sentimiento de poseer y gestionar un espacio, independientemente de su propiedad legal, por uso habitual o por identificación (Vidal y Pol, 2005).

Por otra parte, el reporte de la organización *Millennium Ecosystem Assessment* (MA, 2005) afirma que sólo con un enfoque integral se pueden evaluar aspectos ecológicos como asuntos sociales, generados por los ecosistemas, debido a que en los últimos años se ha desarrollado una gran variedad de

índices para evaluar la calidad ecológica de los ecosistemas fluviales, como: calidad hidromorfológica, calidad fisicoquímica y calidad biológica (Ordeix y otros, 2012). Aunque no se han incorporado aspectos sociales (Vidal-Abarca, y otros, 2014), éstos se pueden evaluar a partir de la opinión de la población frente al paisaje (De la Fuente y Mühlhauser, 2006; Pérez-Fernández, 2012).

De acuerdo con Rodríguez y Reyes (2008), la inexistencia de evaluaciones integrales no sólo implica el desconocimiento de la calidad ecológica y la valoración de la población de los ecosistemas, sino también las consecuencias que tienen los usos, las actividades y la ocupación antrópica sobre estos sistemas. A la fecha, en México la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) emplea de manera oficial el Índice de Calidad del Agua (ICA) a través del uso de los parámetros DBO y DQO (CONAGUA, 2014), enfatizado solamente el aspecto físico-químico (Pérez y Pineda, 2006).

Como menciona Rodríguez y Reyes (2008), la evaluación de la calidad ecológica posibilita la comparación entre la situación ecológica actual de los ecosistemas y la deseada, mientras que la evaluación de la calidad visual del paisaje identifica los sitios con alto valor paisajístico, de identidad y sentido de pertenencia de la población (De la Fuente y Mühlhauser, 2012) con el propósito de planificar, conservar y gestionar los espacios naturales urbanos tratando de alcanzar la visión de la sustentabilidad. En este sentido, este estudio tiene como objetivo general evaluar la calidad ecológica y visual del ecosistema fluvial del río Tamazula en la ciudad de Culiacán, Sinaloa, y como objetivos particulares: conocer la percepción de la calidad visual de los habitantes de la ciudad de Culiacán e identificar patrones de preferencia por el paisaje fluvial y los componentes del paisaje responsables de sus preferencias.

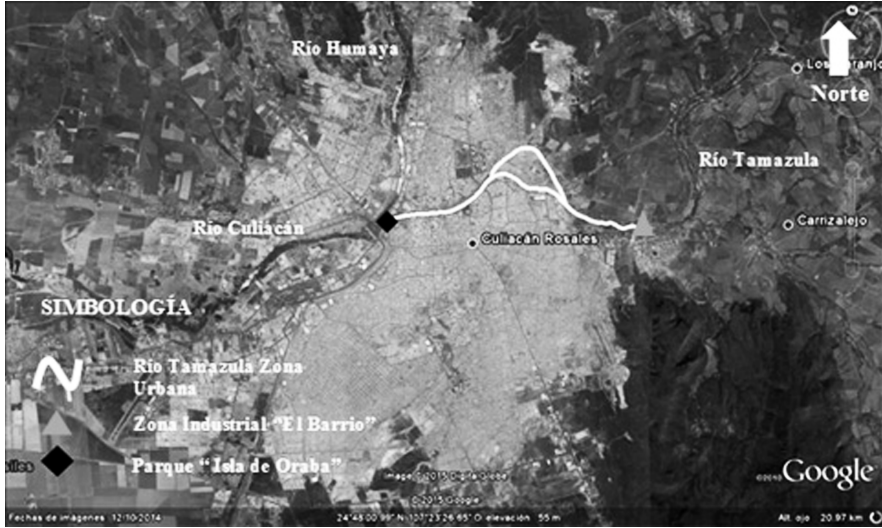
### **Área de estudio**

El río Tamazula nace en la Sierra Madre Occidental en el estado de Durango. El escurrimiento medio anual es de 769 millones de metros cúbicos, el máximo de 1,073 millones y el mínimo de 337 millones; en su cauce se encuentra la estación hidrométrica de Sanalona; el área de la cuenca hasta la estación es de 3,657 kilómetros cuadrados y su longitud es de 250 kilómetros. Este río junto con el río Humaya se unen para formar el nacimiento del río Culiacán en la ciudad de Culiacán, Sinaloa (GES, 2009).

Este estudio se realizó en la zona urbana que recorre el río Tamazula en la ciudad de Culiacán, Sinaloa. Tiene una longitud en la zona urbana de

9.5 kilómetros, desde la zona industrial del Barrio hasta el parque urbano conocido como “Isla de Oraba” (ver figura 1). Comprende la descripción de ambas márgenes del río Tamazula aguas abajo del primer sitio.

**Figura 1. Margenes del río Tamazula**



En la ciudad de Culiacán, el río Tamazula ha tenido varias transformaciones en los últimos 20 años con la implementación del proyecto urbano Desarrollo Urbano Tres Ríos (DUTR), ya que se hicieron trabajos de dragado y rectificación del cauce con el fin de tener una mayor capacidad de conducción; asimismo, se deforestaron y ocuparon las zona de inundación de las riberas para la construcción de vialidades y puentes, así como zonas habitacionales, turísticas y comerciales (Félix, 2013). En la actualidad, sobre una parte de las riberas de río se encuentra el Parque Las Riberas que sirve como un espacio de esparcimiento y recreación para la población de la ciudad.

### **Materiales y método**

Para la evaluación de la calidad ecológica, se utilizaron cinco índices de calidad, los cuales se describen más adelante. Para la evaluación de la calidad visual, se aplicó una encuesta de preferencias a la población y se determinaron cinco unidades de paisaje (UP); cada UP fue seleccionada como representación de la heterogeneidad presente en el hábitat del ecosistema fluvial urbano. Para evaluar la calidad ecológica del ecosistema fluvial, por cada UP se seleccionó un sitio de muestreo, que se identificó por las tres primeras letras de Tamazula seguido de un número natural consecutivo; ejemplo: TAM 1, TAM 2, etc. (ver

figura 2). El sitio de muestreo TAM 1 (ver cuadro 1) se identificó visualmente con mínimas afectaciones, mientras que los otros cuatro sitios aguas abajo han sido afectados en su estructura por impactos antropogénicos.

**Figura 2. Afectaciones**

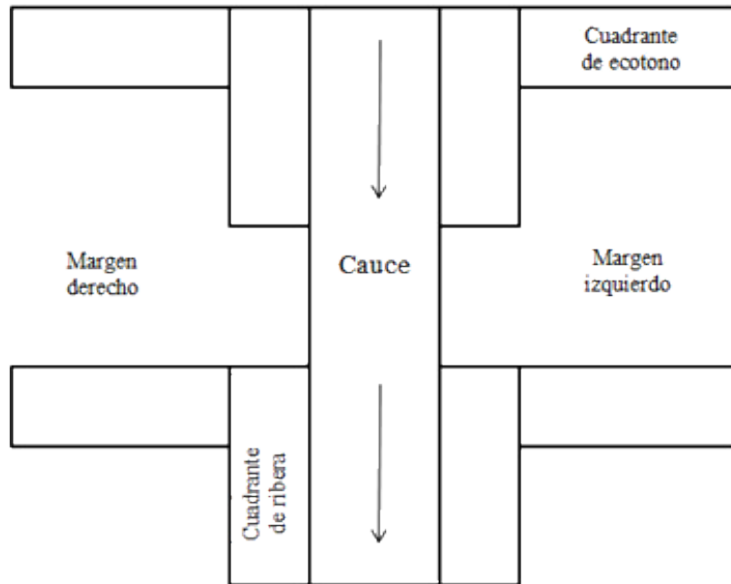


**Cuadro 1. Localización y descripción de sitios de muestreo del río Tamazula.**

Sitios de muestreo	Localización	Modificaciones de las riberas y cauce	Tipo de vegetación de ribera
TAM 1	24°48'38.18"N 107°20'42.50"O	Riberas y cauce sin modificaciones	Vegetación arbórea, arbustiva y herbácea
TAM 2	24°48'50.95"N 107°21'25.75"O	Riberas y cauce con modificaciones	Vegetación arbórea, arbustiva y herbácea
TAM 3	24°49'17.85"N 107°22'46.30"O	Riberas y cauce con modificaciones	Vegetación arbórea, arbustiva y herbácea
TAM 4	24°48'56.85"N 107°23'7.01"O	Riberas y cauce con modificaciones	Vegetación arbórea dispersa
TAM 5	24°48'47.60"N 107°23'51.01"O	Riberas y cauce con modificaciones	Vegetación arbórea dispersa

Para la evaluación de la calidad ecológica, el levantamiento de datos se realizó en el julio de 2013. En cada uno de los sitios de muestreo se delimitaron cuatro cuadrantes de 10 x 30 metros cada uno (ver figura 3); se registraron y cuantificaron solamente organismos arbóreos y se registró el diámetro a la altura del pecho (DAP) a una elevación del suelo de 1.30 metros de cada uno de los organismos cuantificados.

Figura 3. Cuadrantes



Se muestrearon solamente organismos arbóreos porque su estructura y crecimiento no cambian considerablemente entre las diferentes épocas del año (Falcón, 2007) y la vegetación es un perfecto reflejo de las condiciones o régimen de disturbios, a los cuales son sometido los ecosistemas durante un tiempo determinado (Rubio y otros, 2014). Para el análisis de los datos de cada sitio de muestreo, se tomaron ambos márgenes como una unidad.

### Índice de calidad de vegetación de ribera (CVR)

Este índice se adaptó a partir del estudio cuantitativo de la vegetación arbórea en las riberas de los ríos Tamazula, Humaya y Culiacán en la zona urbana de la ciudad de Culiacán, Sinaloa, realizado por Sicairos y otros (2008), el cual fue integrado por cuatro componentes: tendencias poblacionales, especies nativas, correlaciones positivas y correlaciones negativas.

A cada componente, se le asignó un puntaje que oscila de 0 a 25 puntos. En el componente de tendencias poblacionales se valoró la presencia de especies arbóreas. Los puntajes son los siguientes: ninguna especie, 0; especies en decadencia: 5; especies adultas: 5; especies jóvenes: 7; y plántulas: 7. En el componente de especies nativas, se valoró el porcentaje de especies nativas presentes: ninguna especie = 0, <30% de especies nativas = 5, <50% de especies nativas = 10, <70% de especies nativas = 20 y >70% de especies nativas = 25. En el componente de correlaciones positiva se valoró el mayor

número de interacciones tendientes al equilibrio entre las especies: 0-3 = 0, 4-7 = 5, 8-11 = 10, 12-15 = 15, 16-19 = 20, 20-22 = 25. En el componente de correlaciones negativas se valoró el menor número de interacciones tendientes al desequilibrio entre las especies: 12-22 = 0, 8-11 = 5, 4-7 = 15, 0-3 = 25.

Con la sumatoria de los puntajes finales de los componente, se emitió un juicio de calidad, el cual va de calidad muy buena  $\geq 95$  puntos, calidad buena  $>75-94$  puntos, calidad regular  $>55-75$  puntos, calidad mala  $>25-55$  puntos y calidad pésima  $\leq 25$  puntos.

### **Índice de Diversidad de Especies Arbóreas (DEA)**

Para determinar el índice DEA, primero se calculó el índice de Shannon-Wiener (ISW) (Shannon y Weaver, 1949) mediante la siguiente fórmula:

Donde:

$P_i$  = densidad relativa.

$\ln$  = Logaritmo natural.

Una vez obtenidos los datos, se asignó un puntaje que oscila de 0 a 25 puntos. Los puntajes son: 0.00-0.20 = 0, 0.21-0.40 = 5, 0.41-0.60 = 10, 0.61-0.80 = 20,  $>0.80$  = 25. Posteriormente, se emitió un juicio de calidad: calidad muy buena, 25 puntos; calidad buena, 20 puntos; calidad regular, 10 puntos; calidad mala, 5 puntos; y calidad pésima, 0 puntos.

### **Índice de impactos (PI)**

A partir del índice PI (Cowx y Welcomme, 1998; Arribas y otros, 2002) se identificaron los impactos directos e indirectos, después se calculó el PI con la siguiente fórmula:

Donde:

$PT$  = total de perturbaciones probables

$PO$  = total de perturbaciones observadas

Una vez que se obtuvo el dato, se emitió un juicio de calidad, el cual va de calidad muy buena  $\geq 95$  puntos, calidad buena  $>75-94$  puntos, calidad regular  $>55-75$  puntos, calidad mala  $>25-55$  puntos y calidad pésima  $\leq 25$  puntos.



### **Índice de grado de naturalidad del canal fluvial (GNCF)**

El índice GNCF se adecuó a partir del índice QBR (Munné y otros, 1998) en donde solamente se tomó en cuenta el componente de naturalidad del canal. La puntuación fue la siguiente: cauce canalizado = 0, signos de alteración y estructuras rígidas = 5, modificaciones en las terrazas adyacentes que modifiquen el canal = 10, canal sin modificaciones = 25. Posteriormente, se emitió un juicio de calidad: de calidad muy buena, 25 puntos; calidad buena, 20 puntos; calidad regular, 10 puntos; calidad mala, 5 puntos; y calidad pésima, 0 puntos.

### **Índice de Calidad Ecológica del Espacio Ribereño (CEER)**

El índice CEER se adaptó del índice CER (Corigliano y otros, 2008) y se calculó con la sumatoria de la puntuación de los cuatro índices antes citados. La puntuación fue la siguiente: calidad muy buena = 5, calidad buena = 4, calidad regular = 3, calidad mala = 2 y calidad pésima = 1. Posteriormente, se emitió un juicio de calidad: calidad muy buena  $\geq 16$  puntos, calidad buena  $>12-16$  puntos, calidad regular  $>8-12$  puntos, calidad mala  $>4-8$  puntos y calidad pésima  $\leq 4$  puntos.

### **Encuesta: calidad visual**

Para la evaluación de la calidad visual del paisaje se aplicó una encuesta para la cual se determinó estadísticamente una muestra representativa de los habitantes de la ciudad de Culiacán utilizando la siguiente fórmula:

Donde:

$n$  = número de elementos de la muestra representativa.

$N$  = número de elementos del universo (176,797 viviendas habitadas).

$p$  y  $q$  = probabilidades con las que se presenta el fenómeno (0.5).

$Z^2$  = valor crítico correspondiente al nivel de confianza elegido (95%).

$i$  = margen de error permitido (7%).

Resultó una muestra total de 196 viviendas habitadas, las cuales fueron seleccionadas por medio del muestreo estratificado; una vez seleccionada la vivienda, se aplicó el cuestionario a un habitante de la vivienda mayor de 18 años. La encuesta se aplicó durante mayo de 2014 y se integró por un cuestionario y valoración de fotografías. El cuestionarios se dividió en tres



partes: información general del encuestado, preferencias de elementos del paisaje y grado de satisfacción paisajística.

Para la valoración de fotografías, se fotografiaron las cinco UP que en general representan casi todas las combinaciones paisajísticas de la situación actual del paisaje fluvial. La valoración de fotografías consistió en mostrar 15 fotos en color, 3 por cada UP y se pidió al encuestado que emitirán un juicio de valor en una escala de 1 a 5 en donde 1 era muy mala, 2 mala, 3 regular, 4 buena y 5 muy buena. El análisis del cuestionario se llevó a cabo con el programa informático de manejo de estadísticas para las ciencias sociales (SPSS, por sus siglas en inglés), aplicando técnicas monovariantes, describiendo cada una de las preguntas en frecuencias y convirtiéndolas en porcentaje, esta técnica ya ha sido probada en estudios previos (Leal, 1992; Bori-Sanz y Niskanen, 2002).

### **Resultados**

En el asunto de la calidad ecológica, de los cinco sitios de muestreo, en total se identificaron y cuantificaron 22 especies arbóreas (ver cuadro 2); de éstas, el 54% de las especies son nativas de ambientes ribereños y el 46% son especies introducidas. Las especies que cuentan con un mayor número de organismos son: *Populus mexicana*, *Leucaena leucocephala*, *Pithecellobium dulce*, *Guazuma ulmifolia*, *Salix nigra* y *Acacia cochliacantha* de este grupo de especies, el 83% son nativas de ambientes ribereños y el 17% son especies introducidas.

### **Índice CVR**

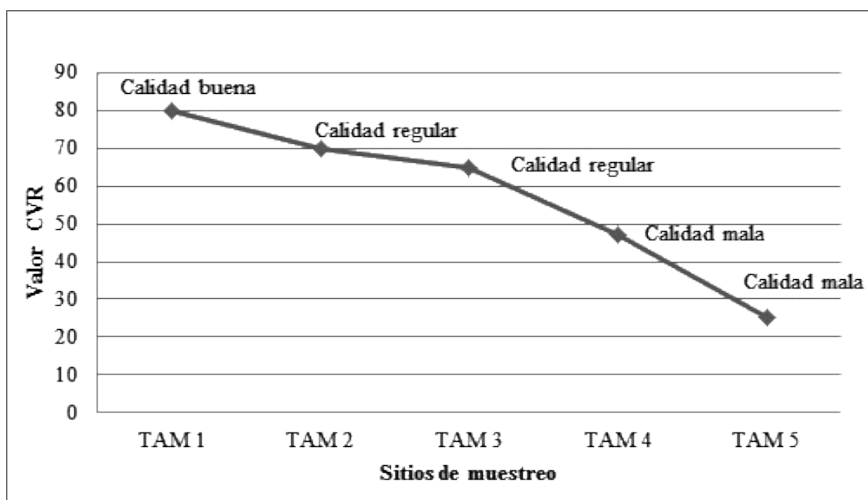
Este índice evidenció que las condiciones de calidad de la vegetación arbórea van disminuyendo (ver figura 4) conforme los sitios de muestreo se encontraban más cercanos al área urbana; esto es que, mientras el sitio TAM 1 mostró una calidad buena, los valores del índice van reduciéndose hasta los sitios TAM 4 y TAM 5, los cuales manifestaron una condición de calidad mala, es decir, se han manifestado alteraciones intensas.

En los sitios que indicaron calidad de regular a mala se encontró que el 90% de las especies muestreadas eran jóvenes; el 60% de las especies predominantes era introducida y la densidad de las especies era mucho menor que en los sitios de muestreo que indicaron la condición de calidad buena.

**Cuadro 2. Distribución de especies arbóreas identificadas y cuantificadas en río Tamazula.**

<b>Especie</b>	<b>Nativa o introducida</b>	<b>Número de individuos</b>
<i>Acacia cochliacantha</i>	Nativa de ambiente ribereño	56
<i>Acacia farnesiana</i>	Nativa de ambiente ribereño	2
<i>Azadirachta indica</i>	Introducida de la India	1
<i>Caesalpinia cacalaco</i>	Nativa de ambiente ribereño	1
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Introducida del trópico del sur de México	2
<i>Cassia fistula</i>	Ornamental Introducida	2
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Introducida de Oceanía	2
<i>Delonix regia</i>	Introducido de Madagascar	1
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Nativa de ambiente ribereño	2
<i>Ficus benjamina</i>	Introducida de la India	1
<i>Ficus nitida</i>	Nativa de ambiente ribereño	1
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Nativa de ambiente ribereño	16
<i>Leucaena leucocephala</i>	Maleza Originaria del Sur de México	23
<i>Lysiloma divaricata</i>	Nativa de ambiente ribereño	2
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Nativa de ambiente ribereño	4
<i>Pithecellobium dulce</i>	Nativa de ambiente ribereño	34
<i>Populus mexicana</i>	Nativa de ambiente ribereño	24
<i>Salix nigra</i>	Nativa de ambiente ribereño	355
<i>Sapium lateriflorum</i>	Nativa de ambiente ribereño	1
<i>Tamarix spp</i>	Introducida del Mediterráneo Europeo	1
<i>Terminalia cattapa</i>	Introducida del trópico del sur de México	1
<i>Washingtonia filifera</i>	Ornamental Introducida del Sur de California USA	5

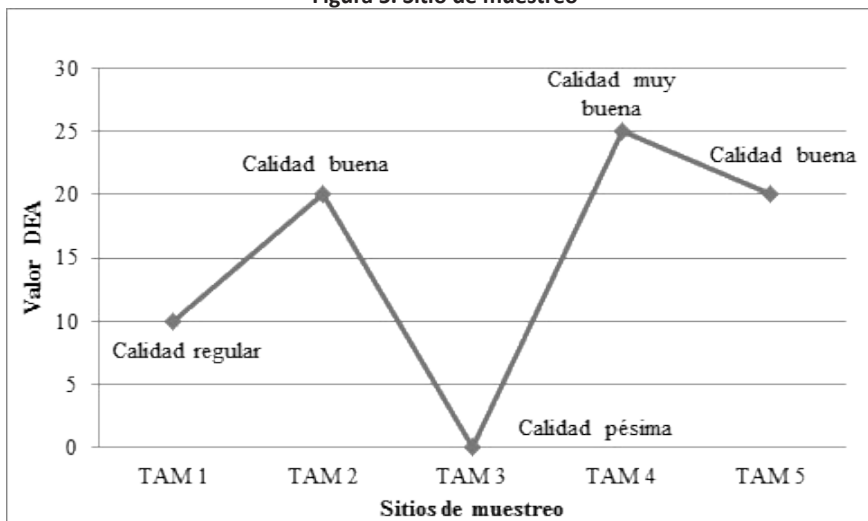
Figura 4. Condiciones de calidad de la vegetación arbórea



### Índice DEA

El índice DEA manifestó en el sitio TAM 3 (ver figura 5) una condición de calidad pésima debido a que se identificaron solamente tres especies arbóreas *Terminalia cattapa*, *Pithecellobium dulce* y *Salix nigra* de éstas dos son nativas y una introducida, el promedio del DAP de la especie *Salix nigra* fue de 13 centímetros, de la especies *Pithecellobium dulce* de cinco centímetros y el de *Terminalia cattapa* de cinco centímetros, es decir, este sitio ha tenido alteraciones importantes en la estructura del bosque de ribera.

Figura 5. Sitio de muestreo

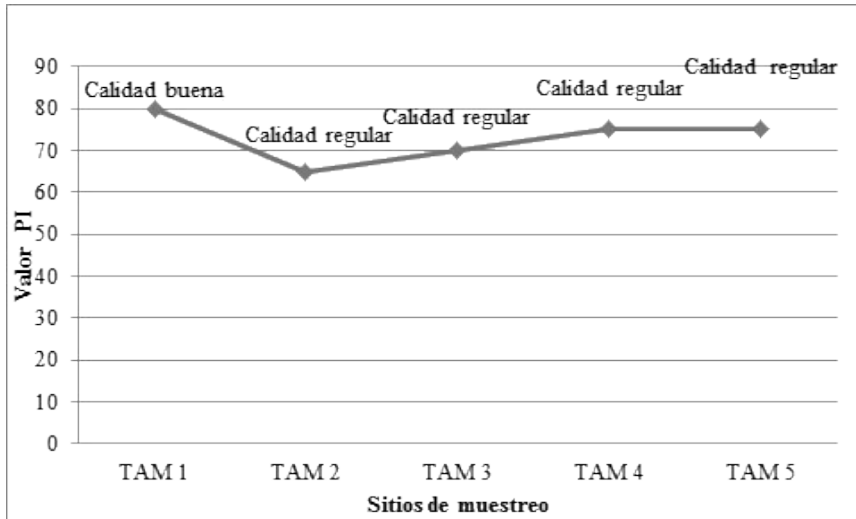


Mientras que los otros cuatro sitios presentaron una condición de regular a muy buena, reflejando una heterogeneidad en la comunidad arbórea a través de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa.

### Índice PI

Este índice mostró que el sitio TAM 1 (ver figura 6) es el que menos impactos directos e indirectos ha tenido; por encontrarse más alejado de la zona urbana, se puede suponer fue factor para presentar una condición de calidad buena. Mientras que el sitio TAM 2, al estar bordeado de zonas habitacionales, tuvo el mayor número de impactos, presentando con ello una condición de calidad regular, es decir, inicio de alteraciones importantes.

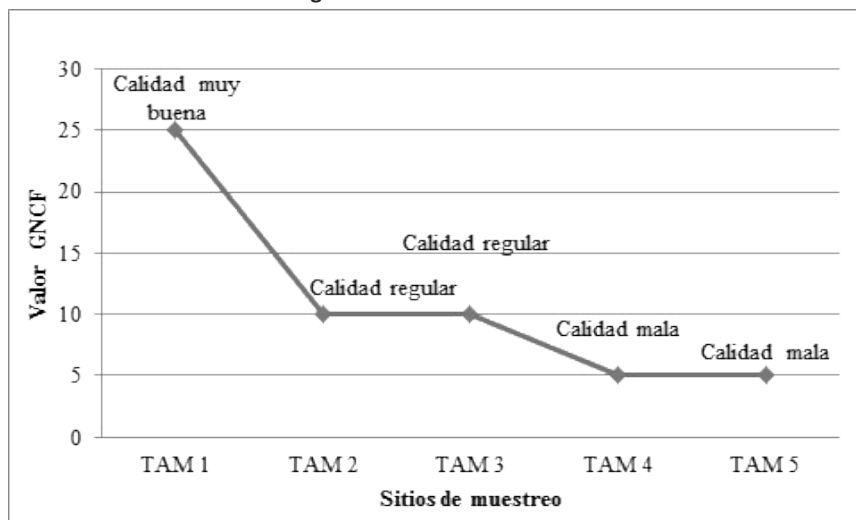
**Figura 6. Sitio de muestreo**



### Índice GNCF

El índice GNCF mostró que la condición de calidad disminuye considerablemente mientras los sitios se encuentran más cercanos al área urbana más consolidada, es decir que el sitio TAM 1 (ver figura 7) que se encuentra al inicio de la zona urbana, tuvo la condición de calidad más alta del índice, mientras que los sitios TAM 4 y TAM 5 que se encuentran en la zona más consolidada de la ciudad obtuvieron la condición calidad mala es decir que han sido objeto de alteraciones intensas.

Figura 7. Condición de calidad



### Índice CEER

El índice CEER mostró los sitios TAM 3, TAM 4 y TAM 5 (ver figura 8) con una condición de calidad ecológica regular, mientras que el sitio TAM 2 presentó una condición de calidad ecológica buena y el sitio TAM 1 una condición de calidad ecológica muy buena. Los sitios donde se observó una marcada disminución de la calidad del índice CEER son áreas que han sido afectadas por actividades humanas. El sitio TAM 3 ha tenido varias modificaciones en las terrazas y en el cauce, propiciando con ello la tala de gran parte del bosque de ribera, mientras que los sitios TAM 4 y TAM 5 son utilizados en la actualidad como zonas de recreación.

Figura 8. Condición de calidad



### Preferencias paisajísticas expresadas por los habitantes

Al aplicar entre la muestra de población el cuestionario y la valoración de fotografías, se encontró que los encuestados tienen una percepción de calidad de la siguiente manera (ver cuadro 3): el 50% lo percibió como bueno, el 34% como regular, el 14% como muy bueno y solamente el 2% restante lo percibió de malo a muy malo. En el análisis de estos resultados se identificó que existe una valoración positiva por parte de los encuestados hacia el paisaje fluvial.

**Cuadro 3. Valoración de la calidad del paisaje del río Tamazula.**

<b>Valoración</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Muy Bueno	28	14%
Bueno	98	50%
Regular	67	34%
Malo	2	1.0%
Muy Malo	1	1.0%
Total	196	100%

Una de las preguntas importantes del cuestionario fue: ¿Qué lugares del río Tamazula prefieren visitar en la zona urbana de la ciudad de Culiacán? El 41% de los encuestados contestó (ver cuadro 4) que en donde exista infraestructura para realizar actividades recreativas, el 30% en donde se pueda contemplar el paisaje de forma natural (sin alteraciones) y el 17% en donde existan senderos, caminos o miradores para contemplar el paisaje (mínimas alteraciones).

De lo anterior se identificó que los encuestados tienen preferencia hacia los espacios destinados a la recreación y convivencia, esto puede deberse a que en la actualidad el parque urbano Las Riberas se encuentra emplazado sobre las riberas río Tamazula y la población tiene mayor acceso a estas áreas, mientras que los espacios con menos alteraciones la accesibilidad es limitada.

Los principales indicadores de calidad visual expresados por los encuestados a partir de las características de la vegetación fueron (ver tabla 5): abundante vegetación 37%, vegetación nativa 27% y diversidad de colores en la vegetación 17%. La presencia de vegetación es uno de los patrones comunes relativos a las preferencias del paisaje (Barrasa, 2013).

**Cuadro 4. Preferencia de lugares para visitar.**

<b>Lugar</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
En donde exista infraestructura para realizar actividades recreativas	80	41%
En donde se pueda apreciar el paisaje de forma natural (sin alteraciones)	58	30%
En donde existan senderos, caminos o miradores para contemplar el paisaje (mínimas alteraciones)	34	17%
No aplica	24	12%
<b>Total</b>	<b>196</b>	<b>100%</b>

**Tabla 5. Características de la vegetación como indicadores de calidad visual.**

<b>Valoración</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Abundante vegetación	73	37%
Vegetación Nativa	52	27%
Diversidad en colores de vegetación	33	17%
Vegetación exótica	13	7.0%
Escaza vegetación	11	5.0%
No considera que el río tenga indicadores de calidad visual	4	2.0%
Otros	10	5.0%
<b>Total</b>	<b>196</b>	<b>100%</b>

Sobre las características físicas del cauce del río como indicadores de calidad visual, sobresalieron (ver cuadro 6): la forma natural del cauce con 33%, presencia de agua 24% y riberas del río en forma natural con 13%. Estos datos indicaron que las formas naturales o mínimas alteraciones son la que prefieren los encuestados.



**Cuadro 6. Características del cauce como indicadores de calidad visual.**

Valoración	Frecuencia	Porcentaje
Forma natural del cauce	65	33%
Presencia de agua	46	24%
Riberas en forma natural	26	13%
Color del agua	21	10%
Riberas transformadas (linealidad)	13	7.0%
Sin agua	13	7.0%
Cauce transformado (linealidad)	8	4.0%
No considera que el río tenga indicadores de calidad visual	4	2.0%
Total	196	100%

Al preguntarle a los encuestados ¿qué sentimiento, emoción o significado le genera el paisaje del río Tamazula?, respondieron de la siguiente manera (ver cuadro 7) relajación/tranquilidad 53%, naturalidad 19% y belleza escénica 10%. Mientras que los términos de identidad y riesgo escasamente sobresalieron.

**Cuadro 7 . Significado del paisaje del río Tamazula para los habitantes.**

Sentimientos, emoción o significado	Frecuencia	Porcentaje
Tranquilidad/relajación	104	53%
Naturalidad	37	19%
Belleza escénica	19	10%
Diversión	14	7.0%
Identidad	8	5.0%
Riesgo	7	3.0%
Otros	7	3.0%
Total	196	100%

En la valoración de fotografías los encuestados evaluaron la calidad visual de la siguiente manera (ver figura 9): la UP1 como calidad visual regular, la UP 2 como calidad visual regular, la UP 3 como calidad visual mala, la UP 4 como calidad visual buena y por último la UP 5 como calidad visual buena.

Figura 9



## Discusión

Los resultados obtenidos muestran por un lado que la vegetación y el cauce han sufrido alteraciones en su estructura, sobre todo en aquellos sitios destinados al uso recreativo, generándose con ello una disminución en la diversidad y densidad de la vegetación nativa, lo cual ha propiciado una fragmentación del bosque de ribera. Pero, por otro lado, son esos sitios los que los encuestados prefieren visitar. Dumont y otros (2005) mencionan que la accesibilidad es un factor importante en el volumen de visita que recibe un área natural. En este estudio se puede constatar esa afirmación debido a que los sitios que cuentan con mayor accesibilidad (transporte público, estacionamiento, acceso a los sitios de recreación) son los sitios que los encuestados prefieren visitar, es decir, que la accesibilidad y necesidad de la población de recreación son aspectos sociales mayormente valorados que el aspecto ecológico.

También es evidente que el ecosistema fluvial es percibido como un componente social de uso recreativo y que el componente ecológico está en un segundo término. Esto también se puede comprobar en los mapas de calidad ecológica (ver figura 7) y visual (ver figura 8) en donde los sitios que mostraron una calidad ecológica regular son los sitios que obtuvieron una calidad visual buena. Es decir, a pesar de que el ecosistema fluvial urbano ha tenido alteraciones negativas principalmente en el componente ecológico, estas afectaciones no son percibidas por los encuestados. La necesidad de recreación por parte de la población ha generado que el valor social esté sobre el valor ecológico.

Por lo antes mencionado, es latente el riesgo de que la población se esté encaminando hacia una actitud poco sensibilizada y desvinculada del medio natural, sobre todo cuando se percibe un conflicto entre uso y conservación del ecosistema fluvial. Como lo mencionan De la Fuente y Mühlhauser (2012), esta situación es una realidad habitual en los espacios naturales situados en los centros urbanos. Este escenario acontece, por un lado, por la poca información que pueden llegar a tener los ciudadanos de la trascendencia de los valores ecológicos, así como por la falta de evidencia física o de investigaciones científicas que puedan dar cuenta de las situaciones presentes en los entornos naturales urbanos.

En este sentido, es de suma importancia el valor de la información ambiental como instrumento de sensibilización social, enfocado sobre todo a los valores ecológicos y paisajísticos; como señalan De la Fuente y Mühlhauser (2012), la información ambiental es una de las muchas tareas que se han considerado prioritarias para la conservación de espacios naturales. De esta forma, es primordial y necesario el uso de métodos de divulgación que permitan comunicar, transmitir y profundizar el valor ecológico y visual del ecosistema fluvial urbano, con el propósito de que la población tenga un mayor conocimiento, interés y aprecio, logrando la conservación del ecosistema y evitar un mayor deterioro de la calidad ecológica que actualmente guarda el ecosistema fluvial del río Tamazula.

También es importante señalar que este espacio mantiene dos roles: el ecológico (procesos ecológicos) y el social (recreativo y paisajístico); sin embargo, en los sitios donde se llevan a cabo las actividades recreativas marcaron una condición de calidad ecológica regular; en este sentido, es imperante la creación de un plan integral de gestión del ecosistema fluvial, en donde el reto consiste en lograr que las oportunidades de recreación que el ecosistema ofrece actualmente sean compatibles y se busque un equilibrio con los aspectos ecológicos, paisajísticos, de conservación y aprovechamiento. Este plan integral de gestión debe estar estructurado por un proceso participativo en donde las instituciones públicas y privadas, así como de los diferentes niveles de gobierno deben participar pero la ciudadanía debe jugar un papel preponderante por medio de la participación activa y de esta forma concebirlo como un proyecto común de todos los ciudadanos de la ciudad de Culiacán y con ello ayudar al mantenimiento de la calidad ecológica y visual del ecosistema.

Por otro lado, hay que resaltar que más de la mitad de los encuestados consideran que la calidad del paisaje tiene una condición entre buena y muy buena. Es decir se tiene una percepción positiva del paisaje fluvial. También los encuestados mostraron preferencia por la vegetación abundante y nativa. Estas tendencias han sido identificadas en estudios anteriores, los cuales indican que la vegetación es uno de los indicadores que incide en la valoración positiva de los individuos (Barrasa, 2013), así como un patrón de preferencias sobre la apreciación del paisaje (Kaplan y otros, 1998). Pero en los sitios de muestreo TAM 4 y TAM 5 más del 40% de las especies muestreadas se identificaron como introducidas. Si en un ecosistema las especies dominantes son introducidas, tiene un menor nivel de naturalidad que otro autóctono. Elozegi y Díez (2009) argumentan que este carácter tiene incidencia negativa en el funcionamiento ecológico fluvial.

En este sentido, es necesario darle prioridad al uso de especies nativas debido a que son las que mejor se adaptan y desarrollan a las características del ambiente fluvial sin dañar la estructura ecológica del ecosistema. Por lo tanto, las intervenciones deberán planificarse cuidadosamente pues cualquier modificación real o potencial supondría una baja aceptabilidad social y una baja en la calidad ecológica del ecosistema fluvial urbano. Es necesaria una mayor regulación así como emprender acciones de manejo y ordenación del paisaje para generar un entorno saludable y conservado.

El paisaje ya no se asocia únicamente con valores ecológicos o visuales, sino, como comenta Hernández (2009), también destaca en aspectos tan importantes como la identidad local, la apropiación y la pertenencia del espacio, los cuales se desarrollan por medio de las vivencias cotidianas dentro del entorno, lo que permite crear vínculos que contribuyen a la utilización y al mantenimiento del espacio. Desafortunadamente, esta situación no es una realidad para los encuestados en este trabajo, debido a que solamente el 5% de los encuestados consideran al paisaje fluvial un elemento de identidad. En este sentido, es necesario promover y reforzar el sentido de identidad, apropiación y pertenencia del espacio, así como la adopción de actividades destinadas a fomentar la sensibilización de la sociedad.

## **Conclusiones**

El uso de los diferentes índices empleados en este estudio orientado a la evaluación de la calidad ecológica contribuyó eficazmente a identificar los

sitios localizados en las riberas del río Tamazula que presentan procesos de deterioro ecológico, causado principalmente por las actividades antropogénicas. Los resultados de este estudio muestran que los sitios de muestreo que presentan una calidad ecológica de muy buena a buena son aquellos que conservan una heterogeneidad en su estructura por medio de la vegetación y de la morfología del cauce, tanto en las riberas como en el canal fluvial. Por lo tanto, la mejora de la estructura actual de la vegetación de ribera en los puntos de menor calidad aumentará la complejidad y la funcionalidad del ecosistema fluvial del río Tamazula.

Esta investigación ofrece una alternativa fácil, sencilla y económica para evaluar la calidad ecológica de ecosistemas fluviales urbanos dada su simplicidad. Las limitaciones para aplicarlo en otros ambientes ribereños son: tener conocimiento sobre especies vegetales para su identificación, adaptar el índice al ambiente objeto de estudio y considerar que la escala de medición es temporal, es decir, en este trabajo no se tienen mediciones de años anteriores.

De igual manera, se considera que este estudio será de vital importancia para centros de investigación y dependencias gubernamentales de los tres órdenes de gobierno relacionados con la tarea de la conservación del medio natural, para que desarrollen programas con estrategias de protección, conservación, aprovechamiento y uso sostenible de los recursos, a partir del conocimiento puntual aquí expuesto de los componentes o elementos que se encuentran en proceso de deterioro en ecosistemas fluviales y evitar con ello su pérdida.

En materia de la evaluación de la calidad visual del paisaje generado por la opinión ciudadana en el ecosistema fluvial de la zona urbana que contiene al río Tamazula, se concluye que los encuestados entienden de mejor manera el término de espacio para la recreación que el concepto de paisaje fluvial, es decir, que identifican al ecosistema fluvial como un espacio recreativo o de esparcimiento el cual les produce tranquilidad o relajación y no lo consideran un lugar que les produzca identidad. En cuanto a la evaluación de la calidad ecológica, se puede constatar que existen sitios que han sido alterados en la estructura ecológica del ecosistema fluvial sobre todo en la parte del Parque Las Riberas, lo cual denota que no se planteó una intervención integral, es decir, que se le dio prioridad al componente recreativo.

Analizando los resultados que arrojaron tanto la evaluación de la calidad ecológica como la visual, se puede evidenciar que existen diferencias en las condiciones de calidad, es decir, los lugares que tienen condición de buena calidad en cuanto al aspecto visual no la tienen en el aspecto ecológico, sino que marcaron una condición regular y de forma inversa sucedió lo mismo. En este sentido, este estudio trata de evidenciar esas discrepancias y que los aspectos visuales y ecológicos deben ser evaluados de forma conjunta pues el ecosistema y el paisaje son dos elementos integrales, por lo tanto, su evaluación debe ser integral.

### **Agradecimientos**

Se agradece la colaboración de investigadores de la Escuela de Biología de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), M. en C. José Saturnino Díaz y Biol. Edgar Benjamín López Camacho, así como de los estudiantes de esta misma Unidad Académica que participaron en el levantamiento e identificación de las especies arbóreas. De igual manera, se reconoce a los alumnos de la Facultad de Arquitectura de la UAS, quienes aplicaron la encuesta sobre evaluación del paisaje.

### **Bibliografía**

- Arribas, Carmen y otros, 2002: "Intervenciones humanas en el cauce principal del río Guadiamar y estado de conservación de su vegetación riparia", en *III Congreso Ibérico sobre gestión y planificación del agua*. Sevilla, España. 10 pp .
- Barrasa, Sara, 2013: "Valoración de la calidad estética de los paisajes de La Habana (Cuba con métodos de participación social)", en *Revista Estudios Geográficos* 45-66. España: Instituto de economía, geografía y demografía (CSIC).
- Batres, José y otros, 2010: "Diseño y ordenamiento de la dinámica urbana, medio ineludible en la preservación sustentable de los recursos hídricos naturales urbanos en México, caso lagunas urbanas del sur de Tamaulipas (Tampico-Madero-Altamira)", en *Revista Quivera* 1-13, Toluca, Estado de México: Centro de investigación y Estudios Avanzados en Planeación Territorial de la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la Universidad Autónoma del Estado de México.
- Bori-Sanz, Monica y Anssi Niskanen, 2002: "Nature-based tourism in forests as a tool for rural development – Analysis of three study areas in North Karelia (Finland), Scotland and the Catalan Pyrennes", en *Internal Report 7*. Finlandia: European Forest Institute.
- CONAGUA, Comisión Nacional del Agua, 2014: *Programa Nacional Hídrico 2014-2018*. México D. F.: CONAGUA.
- Corigliano, María y otros, 2008: "Calidad del espacio ribereño en el tramo urbano del río Chocancharava (Río Cuarto, prov. De Córdoba)", en *Revista de la Universidad Nacional de Río Cuarto*, 55-66. Río Cuarto, provincia de Córdoba: Universidad Nacional de Río Cuarto.

- Cowx, Ian y Robin Wellcomme, 1998: *Rehabilitation of rivers for fish*. Inglaterra: FISHING NEWS BOOKS.
- De la Fuente, Gonzalo y Hermann Mühlhauser, 2012: "Precordillera de Santiago de Chile: percepciones, actitudes y preferencias de visitantes urbanos", en *Revista Urbano 8-17 Concepción*, Chile.
- Dumont, Barbara y otros, 2005: "Estimation of off-track visits in nature reserve: a case study in central Belgium" en *Landscape and Urban Planning*, 311-321.
- Elosegi, Arturo y Joserra Díez, 2009: "La vegetación terrestre asociada al río: el bosque de ribera", en Arturo Elosegi y Sergi Sabater (Compiladores). *Conceptos y técnicas en ecología fluvial* (pp. 311-321). España: Fundación BBVA.
- Falcón, Antoni, 2007: *Espacios verdes para una ciudad sostenible*. México: Gustavo Gili.
- Félix, Eliana, 2013: *Parámetros de calidad del suelo ripario del río Tamazula en el Desarrollo Urbano Plan Tres Ríos*, México: Tesis de Licenciatura de la Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Freeman, Ross y Robert Ray, 2001: "Landscape ecology practice by small scale river conservation groups" en *Landscape and Urban Planning*, pp. 171-184.
- GES, 2009, "Municipio de Culiacán", consultado el 18 de abril 2010, en <http://laip.sinaloa.gob.mx/SIEGES/Culiac%C3%A1n.htm>.
- Hernández, María, 2009: "El paisaje como seña de identidad territorial: valoración social y factor de desarrollo, ¿utopía o realidad?" en *Boletín de la A.G.E.*, pp. 169-183.
- Kaplan, Rachel y otros, 1998: *With people in mind: design and management of everyday nature*. E.E.U.U.: Island Press.
- Leal, Walter, 1992: "A survey of pupils' attitude towards rain forests in northern Brazil" en *Scientia paedagogica experimentalis*, pp. 351-368.
- MA. 2005: *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. EE. UU.: Island Press.
- Mateo, José, 2003: "Paisajes naturales y culturales de Cuba: cambios ocurridos en los últimos 50 años", en *IX Encuentro Latinoamericano de Geógrafos*, Mérida, Yucatán, México.
- Mazzotti, Frank y Carol Morgentstern, 1997: "A scientific framework for managing urban natural areas", en *Landscape and Urban Planning*, pp.171-181.
- Mesa, D., 2009: "Algunos atributos de los factores a favor y en contra en las técnicas y métodos utilizados para la estimación de caudales ambientales en Colombia", en *Umbral Científico*, pp. 81-93. Colombia: Universidad Manuela Beltrán.
- Millington, H., y otros, 2015: "A framework for guiding the management of urban stream health", en *Ecological Economics*, pp. 222-233.
- Munné, Antoni y otros, 1998: "QBR: un índice para la evaluación de los ecosistemas de ribera", en *Tecnología del agua*, pp. 20-37.
- Naiman, Robert y David Dudgeon, 2011: "Global alteration of freshwaters: influences on human and environment well-being", en *Ecological Research*, pp. 865-873.
- Odum, Eugene y Gary Barrett, 2006: *Fundamentos de Ecología*. México: Thomson.
- Ordeix, Marc y otros, 2012: "Metodologías de diagnosis y evaluación del estado ecológico y la biodiversidad en restauraciones fluviales", en Jordi Camprodon, Teresa, Ferreira y Marc Ordeix, (Compiladores). *Restauración Ecológica Fluvial. Un manual de buenas prácticas de gestión de ríos y riberas* (pp. 22-60). España: Centre Tecnològic Forestal de Catalunya e ISA press.
- Paul, Michel y Judy Meyer, 2001: "Streams in the urban landscape", en *Ecology and Systematics*, pp. 333-365.
- Pellicer, Francisco, 2002: "Paisajes fluviales de las ciudades de la red C-6", en Pablo de la Cal y Francisco Pellicer, (compiladores). *Ríos y Ciudades. Aportaciones para la recuperación de los ríos y riberas de Zaragoza* (pp. 97-112). España: Institución Fernando el Católico.



- Pérez, Ricardo y Raúl Pineda, 2006: "Calidad ambiental de ríos y arroyos en el centro de México: posibilidades para evaluar la integridad ecológica de microcuencas", consultado el 23 de marzo de 2013 en [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/cong\\_nal\\_06/tema\\_05/21\\_ricardo\\_perez.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/cong_nal_06/tema_05/21_ricardo_perez.pdf)
- Rodríguez, Claudia y Sonia Reyes, 2008: "Propuesta metodológica para la elaboración de un plan de ordenamiento territorial sustentable," [versión electrónica], *Proyección*, 1(4), consultado el 26 de diciembre de 2014, en [http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/3240/seegerproyeccion4.pdf](http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/3240/seegerproyeccion4.pdf)
- Rubio, Ernesto y otros, 2014: "Diversidad y distribución vertical de especies vegetales mediante el índice de Pretzsch" en *CIENCIA UANL*.34-41. Monterrey: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Sánchez, Diego y José Batres, 2007: "Planeación y desarrollo del espacio turístico urbano de la Laguna del Carpintero, municipio de Tampico, Tamaulipas (México)", en María Montemayor, Francisco Bijarro y Pedro Estrada, (compiladores). *Políticas y gestión pública para el estudio municipal: óptica académica* (32-47). México: Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Shannon, Claude y Warren Weaver, 1949: *The mathematical theory of communication*. University Illinois Press, Urbana, Il.
- Sicairos, Sergio y otros, 2008: "Vegetación Arbórea en las riberas de los ríos Tamazula, Humaya y Culiacán" en *2do. Congreso Nacional de Biología*. México: Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Ureña, José, 2002: "La ordenación de los espacios fluviales en las ciudades" en Pablo de la Cal y Franciso Pellicer (Eds.). *Ríos y Ciudades. Aportaciones para la recuperación de los ríos y riberas de Zaragoza* (pp. 45-63). España: Institución Fernando el Católico.
- Vidal, Tomeu y Enric Pol, 1995: *La apropiación del espacio: una propuesta teórica para comprender la vinculación entre las personas y los lugares*, en *Anuario de Psicología* 281-297, Barcelona España: Facultad de Psicología de la Universidad de Barcelona.
- Vidal-Abarca, M. y otros, 2014: *Understanding complex links between fluvial ecosystems and social indicators in Spain: An ecosystem services approach*, en *Ecological Complexity* 1-10.