

## Evaluación de la calidad de las riberas en cuencas prioritarias del cantón Loja, provincia de Loja, Ecuador

### Assessment of the riparian quality in priority watersheds of Loja canton, Loja Province, Ecuador

Fanny Morocho<sup>1</sup>  
Jaime Ramiro Santin<sup>2</sup>  
Leire Ruiz<sup>3</sup>  
Vinicio Alvarado<sup>1</sup>  
Eduardo Rengel<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente,

<sup>2</sup>Carrera de Ingeniería Forestal

<sup>3</sup>Programa de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos de la Universidad Nacional de Loja.

<sup>4</sup>Unidad Municipal de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Loja

\*Autor para correspondencia: [jaime.santin@unl.edu.ec](mailto:jaime.santin@unl.edu.ec)

RECIBIDO: 16/03/2018

APROBADO: 11/06/2018

## RESUMEN

El estudio de las condiciones ecológicas de las riberas es de vital importancia al momento de comprender el estado ecológico de los ríos en cualquier parte del mundo y en este sentido el objetivo de la investigación fue la de comparar y evaluar valorar la estructura y dinámica de las riberas fluviales con base hidrológica y geomorfológica de dos de las cuencas prioritarias en el aporte hídrico al cantón Loja: Mónica actualmente intervenida y El Carmen tomada como referencia por mantenerse sin intervención antrópica, las mismas que se encuentran ubicadas en la provincia de Loja, Ecuador; para ello, se realizó un análisis de los parámetros morfológicos, biofísicos y análisis de los suelos en las riberas fluviales a través de mediciones in situ, y con el software *ArcGIS*® que permitió el análisis espacial de cobertura vegetal y parámetros morfométricos de la cuenca; se determinó la calidad del bosque ripario a través del índice RQI (Riparian Quality Index) en función de siete parámetros preestablecidos en un tramo de 100 m; cada uno de los parámetros se calificó en una escala de 1 a 12. En conclusión, los resultados muestran que las riberas de las quebradas Carmen 1 y Espumos pertenecientes a la microcuenca El Carmen presentan óptimas condiciones debido al bajo impacto sobre estos, a diferencia de los tramos Mónica 1 y Santa Urco que presentaron un índice de mala calidad debido a las externalidades negativas que han modificado las condiciones de las riberas fluviales.

*Palabras claves:* Índice de Calidad Ripario, calidad ambiental, microcuencas

## ■ ABSTRACT

The study of the ecological conditions of the riverbanks is of vital importance when understanding the ecological state of the rivers in any part of the world, and in this sense the objective of this research was to compare and evaluate the structure and dynamics of river banks with a hydrological and geomorphological base in two of the priority watersheds for the water supply to the Loja canton: Mónica currently intervened and El Carmen without anthropic intervention, these microbasins are located in the province of Loja, Ecuador. An analysis of the morphological, biophysical and soil analysis parameters in the riverbanks was carried out through in situ measurements, and with the Arc-GIS® software that allowed the spatial analysis of the vegetation cover and morphometric parameters of the basin; the quality of the riparian forest was determined through the RQI index (Riparian Quality Index) according to seven pre-established parameters in a 100 m section; Each of the parameters was rated on a scale of 1 to 12. In conclusion, the results show that the banks of the Carmen 1 and Espumos streams belonging to the El Carmen micro-basin present optimal conditions due to their low anthropic impact, unlike of the sections Monica 1 and Santa Urco that presented a bad quality index due to the negative externalities that have modified the conditions of the riverbanks.

*Keywords:* Riparian Quality Index, environmental quality, microwatersheds

## ■ INTRODUCCIÓN

Las zonas ribereñas de las microcuencas hidrográficas han tomado un protagonismo fundamental para evaluar su calidad ambiental, fundamentalmente porque brindan herramientas de análisis a los organismos estatales en la toma de decisiones concretas, con base científica (González del Tánago, 2006). Las zonas ribereñas o riparias han sufrido directamente el impacto de la intervención humana, como por ejemplo el pastoreo incontrolado, la extracción de áridos, la expansión de áreas urbanas próximas a los cauces, la roturación del suelo con objetivos agrícolas, y la modificación de los regímenes de caudales (Magdaleno, 2013). También, está sometida de manera natural a una fuerte dinámica ocasionada por la influencia del agua, manifestada por una parte por la reducción de los caudales que causan la muerte de individuos o la presencia de avenidas extremas que provocan la destrucción física de los mismos (Treviño, 2001).

Es de vital importancia la conservación de las riberas para precautelar el estado saludable de los bosques riparios que son uno de los factores biológicos más importantes dentro de las zonas ribereñas y al ser ecotonos entre ambientes terrestres y acuáticos (Gutierrez, 2013; Carrasco, *et al.*, 2014), además por cumplir funciones como la captación, el almacenamiento y regulación hídrica, desarrollada por la vegetación, suelo y subsuelo, además, por desempeñar funciones de sustento y recreación para la población (Suatunce, 2009).

Una forma de evaluar la calidad de las riberas de las microcuencas es a través del índice RQI (Riparian Quality Index), que “considera los principales componentes de las riberas de los ríos que desarrollan las funciones ecológicas y los servicios ambientales de los corredores fluviales”; dicho de otra manera, es un índice que valora la calidad ambiental de las riberas a través de los procesos y la dinámica riparia,

en contraste con otros métodos centrados casi exclusivamente en la valoración del estado actual de la cubierta vegetal (González del Tánago, 2006). Este índice facilita el diagnóstico de los principales problemas de las riberas; mediante el reconocimiento de los distintos efectos producidos en su estructura o funcionamiento. Esta investigación tiene la finalidad de comparar y evaluar el estado ecológico de las zonas ribereñas en las microcuencas el Carmen y Mónica del Cantón Loja a través de parámetros morfométricos de la metodología usada por Miller (2011) sumando un componente importante en el índice de calidad ambiental que está relacionado a las características del suelo.

Esta metodología es fundamental para las instituciones o gestores ambientales que necesitan de herramientas básicas que les permitan determinar las condiciones ecológicas de los sistemas riparios, contribuyendo a la toma de decisiones para su conservación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del área de estudio

La investigación se desarrolló en la microcuenca Mónica (degradada) ubicada en el sector “Dos Puentes” y la microcuenca el Carmen (conservada) ubicada en el sector Zamora Huayco del cantón y provincia de Loja, el rango altitudinal que circunscribe las microcuencas se encuentra entre 2320 - 3400 m s.n.m. A continuación en el mapa (Figura 1), se presenta la delimitación y el lugar donde se realizaron los tramos en las microcuencas El Carmen y Mónica.

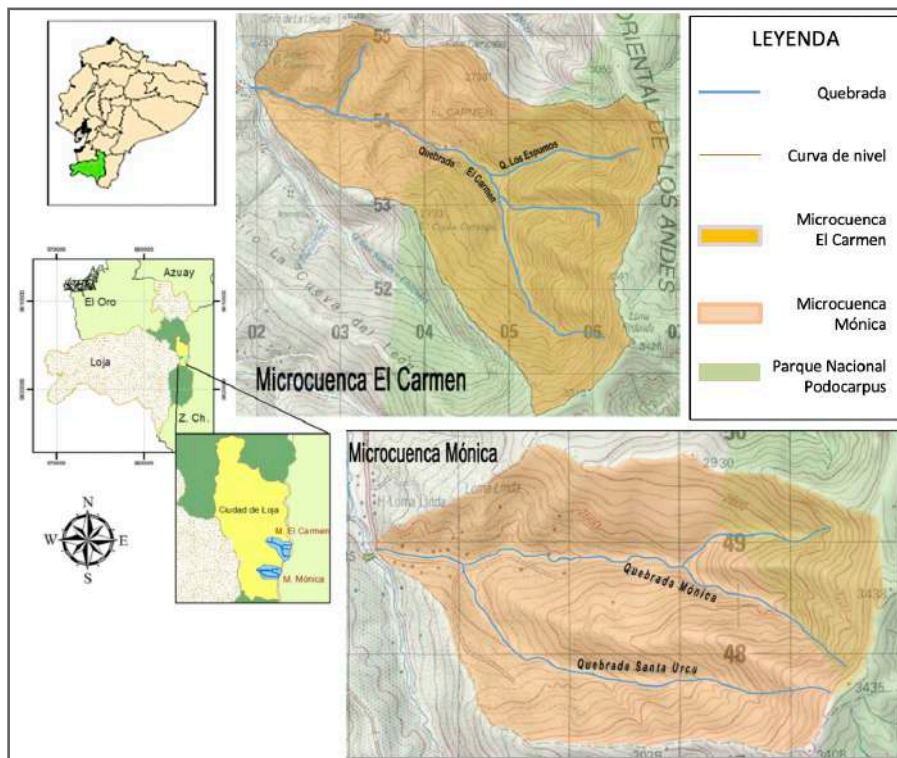


Figura 1. Ubicación geográfica de las microcuencas en estudio.

Un aspecto fundamental en la caracterización de las cuencas que es de vital importancia indicar es que el Municipio de Loja estableció áreas protegidas en la microcuenca El Carmen a través de compra de los terrenos cuyo fin indudable es la conservación y protección. Al no haber actividades antrópicas la vegetación riparia se conecta de manera horizontal, vertical y longitudinal con el cauce fluvial, mejorando las condiciones de los márgenes. Mientras que la microcuenca Mónica presenta niveles de degradación debido a la presencia de actividades antrópicas como el pastoreo, extracción de pétreos y plantaciones forestales en la cabecera de la microcuenca que han modificado el bosque ripario provocando la inestabilidad y erosión de las riberas fluviales. Se caracterizó el clima determinando la temperatura para la microcuenca el Carmen y Mónica que oscila entre 10 y 14°C, mientras que la precipitación para la microcuenca el Carmen fluctúa entre 1250-1500 mm y Mónica entre 1000-1250 mm.

**Delimitación de la cobertura vegetal en la zona de estudio:** Se usó el software ArcGIS para el análisis de cada uno de los parámetros de las microcuencas, la misma que se verificó con información secundaria. Para obtener el mapa de cobertura vegetal se utilizó ortofotos del año 2010-2012 a una resolución 30 cm tomadas del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, 2017). El procesamiento se realizó con un mosaico de ortofotos a través de un método manual. Luego de una edición visual se generaron los mapas de cobertura vegetal mapa de suelo y mapa de clima (Ver Anexos 4 y 5 mapas de isotermas e isoyetas) a través del análisis de datos obtenidos de WorldClim (WorldClim, 2017). Se realizó la validación en campo y luego la caracterización de los parámetros biofísicos. El mapa de cobertura vegetal se trabajó en escala 1:3000

**Parámetros morfométricos:** La importancia de la morfometría es de gran importancia debido a que es un factor determinante de la velocidad con la que van a circular las aguas sobre la superficie y, por tanto, de la rapidez de respuesta de la cuenca ante las precipitaciones (Esper y Perucca, 2014). Utilizando los parámetros de Miller (2011), se calculó el área, utilizando fórmula de proyección horizontal del área de drenaje. Así mismo, se procedió a medir el perímetro, la pendiente, la altitud media de la cuenca, el histograma de frecuencia de altitudes, la curva hipsométrica, el coeficiente de compacidad, pendiente media del cauce, orden de las corrientes y densidad de drenaje todos estos parámetros son de gran importancia al aportar con información que permite de alguna manera, comparar y establecer de forma previa las relaciones hidrológicas entre las cuencas de estudio (Juárez-Gómez, 2016). Los parámetros morfométricos de la cuenca, tienen una estrecha relación con las zonas riparias en el sentido de que permiten conocer las condiciones en las que se encuentran las mismas, debido a que son parte fundamental de los procesos morfológicos que han se mantienen o cambian según las características propias de la cuenca (Juárez-Gómez, 2016); en este sentido, podrían establecerse relaciones entre parámetros de drenaje y las características físicas del suelo o de la vegetación en estas zonas, o inclusive determinar cuán afectadas pueden estas las zonas riparias por la presencia de un alto flujo en los caudales o por la misma pendiente y longitud de la cuenca.

**Caracterización del suelo ripario:** Para caracterizar los suelos se consideró la metodología de (Osorio, 2012), que consiste en identificar la zona de muestreo. En cada zona de muestreo se tomó una “muestra compuesta”. Para ello, se realizó un recorrido sobre el terreno en zig-zag, tomando submuestras en cada vértice donde se cambie la dirección del recorrido. En cada sitio de muestreo se removió las plantas y hojarasca fresca (1-3 cm) de un área de 50 cm x 50 cm, con ayuda del barreno se transfirió

aproximadamente 100 - 200 g de suelo a un balde plástico limpio. Las submuestras se mezclaron en un balde hasta completar el número total de submuestras deseadas, posteriormente se transfirió 1 kg de suelo a una bolsa plástica limpia, la misma que se cerró herméticamente y se identificó con un código que identificó el sitio de muestreo. Las muestras compuestas de suelo se llevaron al laboratorio para ser analizadas. El diseño de muestreo de suelos se efectuó de acuerdo al protocolo de muestreo de suelos del Servicio Agrícola y Ganadero de Chile (SAG, 2016) que especifica el procedimiento para la toma de muestras de suelo que serán sometidas a análisis físico o químico; en ella, se pueden apreciar ocho aspectos fundamentales: 1) La zonificación y tamaño de las áreas de muestreo; 2) Métodos de toma de muestras; 3) Tipo de muestras; 4) Colecta de la muestra; 5) Homogenización de la muestra; 6) Envasado e identificación de la muestra; 7) Registro de las muestras colectadas; 8) Transporte.

Las muestras de suelo obtenidas con el procedimiento anteriormente descrito fueron 48, de las cuales 32 fueron muestras inalteradas y 16 fueron muestras alteradas, a quienes se les realizó un análisis físico-químico en laboratorio. El análisis estadístico para las muestras consistió en un estudio de frecuencias que nos permitió establecer los casos prevalentes en los dos sitios de estudio. Los análisis físico-químicos permitieron conocer las condiciones prevalentes del suelo ribereño en los tramos Santa Urco (SU), Mónica (M), Carmen (C), Espumos (E). Las propiedades que se analizaron fueron: potencial hidrógeno (pH), materia orgánica (MO), capacidad de intercambio catiónico (CIC), conductividad eléctrica (CE), textura, densidad aparente ( $D_a$ ) y carbono (C). Para ello se siguió la metodología de (Flores, 2010). La porosidad total (PT) se estimó en función de la densidad aparente ( $D_a$ ) y densidad real ( $D_r$ ).

**Índice RQI y composición florística:** Se aplicó el índice RQI (Riparian Quality Index) en los tramos Santa Urco, Mónica 1, Espumos y Carmen 1, para ello se recorrió un tramo de 100 metros en cada uno de los cauces y a través de observación directa se valoró la estructura dinámica de las riberas en función de siete parámetros de acuerdo a la metodología de (González del Tánago, 2006). Los parámetros evaluados son: La continuidad longitudinal de la vegetación riparia “que es una característica natural de la unidad de paisaje que constituye el río”; la dimensiones en anchura del espacio ripario asociada al río “que indican la magnitud del espacio donde tienen lugar los procesos y funciones ecológicas del corredor fluvial”; la composición y estructura de la vegetación riparia existente “que analiza la cubierta vegetal existente en dicho espacio ripario y cuya valoración se hace en relación a las condiciones de referencia o de la vegetación potencial que corresponde al tramo, según las características hidrológicas, geomorfológicas y región biogeográfica en que se ubica”; la regeneración natural de la vegetación riparia “que es usada como indicador del grado de equilibrio de la vegetación existente con el actual régimen de caudales y gestión de uso del espacio ripario”; la condición de las orillas “tomada como indicadora de la dinámica del cauce y la calidad del hábitat físico”; la conectividad lateral de la ribera con el cauce la misma que se establece “atendiendo a la frecuencia de inundación o conexión hidrológica a partir de la cual se establece el intercambio de materia y energía entre el cauce y su llanura de inundación” y; permeabilidad y grado de alteración del relieve y suelo ripario “que son indicadores de la conectividad vertical del cauce y su ribera con el medio hiporreico y los acuíferos locales, de gran importancia para el intercambio hidrológico y ecológico en el conjunto del hidrosistema fluvial”. Cada uno de los parámetros se calificó del 1 al 12, dependiendo de las características cualitativas o semi-cuantitativas. En donde 1-3 se valoró como estado malo, 4-6 estado regular, 7-9 estado bueno y 10-12 estado óptimo. (González del Tánago, 2006).

Además, se caracterizó la vegetación riparia para ello se utilizó el transecto lineal que permite de forma rápida conocer la diversidad vegetal, composición florística y especies dominantes con la finalidad de sugerir acciones de manejo y conservación en las microcuencas en estudio. El análisis de la vegetación se realizó en los márgenes derecho e izquierdo de los ríos en las zonas de estudio, mediante transectos de 5 X 20 m contabilizando aquellas especies de arbustos y árboles con un Diámetro a la Altura de Pecho (DAP)  $\geq 2,5$  cm a 1,30 m. En la microcuenca Mónica se establecieron tres parcelas en las quebradas Santa Urco y Mónica 1 a diferencia de la microcuenca el Carmen en donde se instaló dos parcelas en las quebradas Carmen 1 y Espumos debido a la accesibilidad. Para el cálculo del valor de importancia, se usaron los parámetros de densidad (D), densidad relativa (Dr), dominancia relativa (Dr), frecuencia relativa (Fr), e índice de Importancia (IVI) (Duval, 2014).

## ■ RESULTADOS

### Descripción de los parámetros biofísicos y morfológicos de la zona de estudio

**Caracterización biofísica:** En primer lugar se presentan los resultados de la caracterización biótica de las microcuencas enfocadas a la vegetación existente, agrupadas en categorías de ecosistemas; cinco en la microcuenca El Carmen y seis en la microcuenca Mónica. En la tabla 1 se presenta las categorías.

Tabla 1. Categorías de ecosistemas en las microcuencas en estudio

Categoría	Área (ha)	Porcentaje	Microcuenca
Bosque	381,8	80	C/C*
Páramo	51,2	10,7	C/C
Matorral	26,8	6	C/C
Pastizal	16,4	3	CC
Áreas sin vegetación	1,8	0,3	CC
Total	478	100	C/C
Bosque	392,4	71	M/I**
Páramo	65,5	11	M/I
Pastizal	60,9	10	M/I
Plantaciones Forestales	33,55	0,6	M/I
Matorral	26,1	5,4	M/I
Áreas sin vegetación	11,8	2	M/I
Total	590,25	100	M/I

Fuente: MAE & MAGAP (2014).

C\* = Microcuenca El Carmen/Conservada

M\*\*= Microcuenca Mónica/Intervenida

Tabla 2. Tipo de suelo en la microcuenca Mónica y el Carmen.

Tipo de suelo	Extensión (ha)	Porcentaje	Microcuenca
Inceptisoles	346,5	73	C/C*
Entisoles	131,4	27	C/C
Entisoles	320,2	58	M/I**
Inceptisoles	228,4	42	M/I

Fuente: MAGAP (2002).

C\* = Microcuenca El Carmen/Conservada

M\*\*= Microcuenca Mónica/Intervenida

**Parámetros morfométricos:** Los parámetros morfométricos obtenidos tras el análisis en el software ArcGis se describen en la tabla 3.

Tabla 3. Parámetros morfológicos de las microcuencas el Carmen y Mónica 1.

Parámetros morfológicos	Carmen	Mónica	Unidad
Área	4,779	5,485	m <sup>2</sup>
Perímetro	9,715	10,368	km
Cota min	2350	2320	m s.n.m
Cota max	3400	3400	msnm
Centroide X	705309	703047	m
Centroide Y	9552043	9548873	m
Rango altitudinal	1050	1080	m s.n.m
Pendiente media de la cuenca	55,259	52,882	%
Altitud media de la cuenca	2875	2860	m s.n.m
Índice de Gravelius o coeficiente de compacidad	1,253	1,248	---
Longitud del cauce principal	3,062	4,246	km
Longitud de cauces	7,801	7,469	km
Orden de las corrientes	3	3	---
Pendiente media del cauce principal	35,701	48,152	%
Densidad de drenaje	1,632	1,362	km/km <sup>2</sup>

Fuente: (Miller, 2011)

El Carmen tiene una superficie de 4,779 km<sup>2</sup> y Mónica de 5,485 km<sup>2</sup>, el perímetro para el Carmen es 9,715 km y Mónica 10,368 km, la pendiente media del Carmen es de 55,3 % y del Mónica 52,9 % indica que la pendiente de estas cuencas es muy escarpada con ello se deduce que la velocidad de la escorrentía superficial, la fuerza erosiva y la capacidad de transporte fluvial es intensa (Ibáñez, Ramón, & Gisbert, 2012). Mientras que la pendiente del cauce principal para el Carmen es de 35,70 % y en Mónica hay una fuerte pendiente de 48,15%, por otra parte, la densidad de drenaje es un índice importante que se refleja en los datos obtenidos, puesto que refleja la influencia de la geología, topografía, suelos y vegetación,

en la cuenca hidrográfica (Villón, 2002); en este sentido el índice obtenido tanto para la microcuenca El Carmen de 1,63 km/km<sup>2</sup> y Mónica 1,36 km/km<sup>2</sup> se encuentran en un rango de Moderado (escala propuesta por Villón, 2002) y está relacionado con el tiempo de salida del escurrimiento superficial de la cuenca, en tal sentido que las cuencas se encuentran moderadamente drenadas ante los flujos de precipitación dentro de estas microcuencas. Con respecto a la longitud de los cauces, es ligeramente mayor en la microcuenca El Carmen (7,8 km) que en la de Mónica (7,5 km), sin que esto marque una diferencia significativa entre ellas, puede propiciar el análisis importante en lo referente al arrastre de sedimentos y la variabilidad del bosque ripario a diferentes distancias del origen del cauce.

**Caracterización del suelo ripario:** Se describe el resultado de las propiedades físico-químico de suelo de los tramos Santa Urco, Mónica 1, Espumos y Carmen 1, las mismas que se tomaron a una profundidad de 0,20 cm (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis químico del suelo en la microcuenca Mónica y Carmen.

Muestreo	pH	C (tC/ha)	CE ds/m	CIC (meq/100 gr)	MO %	Da (g/cm <sup>3</sup> )
Carmen	5,73	96,9	0,1	21,9	7,0	1,3
Santa Urco	5,53	64,8	0,2	15,3	5,1	1,5
Espumos	5,95	172,2	0,2	15,65	10,7	1,2
Mónica	5,68	74,9	0,2	12,1	5,1	1,4

Fuente: Laboratorio de suelos de la UNL (2015).

**Índice de la calidad de las riberas RQI:** En la figura 3 se establecen los parámetros de evaluación del índice de la calidad de las riberas (RQI) y las principales especies predominates por su abundancia en la zona.

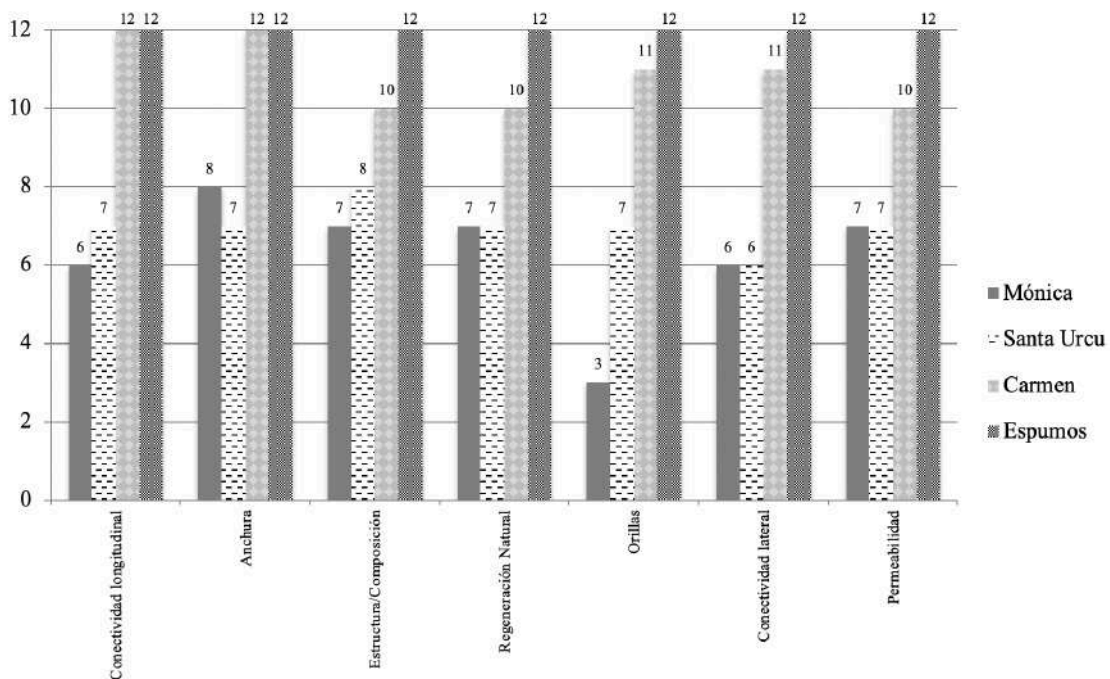


Figura 3. Parámetros de evaluación del índice RQI en las microcuencas Mónica y Carmen.

Fuente: (González del Tánago, 2006).



Finalmente se realizó la caracterización y composición del bosque ripario y se determinó a través del Índice de Valor de Importancia (IVI) la especie representativa para cada zona, siendo el 45 % para la especie *Eucalyptus Globulus Labill* y 56,3 % especie *Alnus acuminata* kunth en la microcuenca Mónica. Mientras que en la microcuenca Carmen se estableció el 17,1 % para la especie *Dennstaedtia Globulifera* (Poir) Hierar y 21,4 % *Heayosmun Scabrum*.

## ■ DISCUSIÓN

**Caracterización biofísica:** Es importante destacar las diferencias biofísicas entre los sectores de estudio; la microcuenca Mónica ha recibido las consecuencias de la dinámica antrópica, la ampliación de sus riveras en la implementación de pastizales para la ganadería así lo indican, 60 ha que ocupa el 10% del terreno es un indicador al que debe dársele mucha importancia debido a que gran parte de los servicios de protección y regularización ambiental en las riveras se pierden frente a un menor incremento en los servicios de producción por pastizales (Barral, Maceira y Zelaya, 2009).

El análisis químico del suelo ha dejado entrever que la microcuenca intervenida Mónica posee inferiores indicadores de calidad ambiental con respecto a la microcuenca el Carmen en tres aspectos fundamentales: Contenido de carbono, materia orgánica y una baja CIC; el contenido de carbono muestra tanto la disponibilidad para los procesos propiamente edáficos como el importante aporte en la captura de carbono atmosférico; por otra parte, el contenido de materia orgánica aunque no está bajo en la microcuenca intervenida por los aspectos antrópicos y las condiciones de vegetación y densidad de suelo determinadas podría ir disminuyendo con el transcurso del tiempo.

Los aspectos climáticos son muy importantes al comparar estas microcuencas; la temperatura registrada en el Carmen y Mónica oscila entre 10°C – 14°C; (Magdaleno F. , 2012) la vegetación de ribera es de tipo edafohigrófilo, lo que la hace depender menos del clima, la precipitación fluctúa en el Carmen entre los 1000 – 1500 mm y en Mónica entre 1000 - 1250 mm anuales, estas condiciones junto a la humedad e inundaciones ribereñas, modifican las características del suelo, aspecto fundamental para incrementar la complejidad de las formaciones vegetales creando un mosaico de bosques a lo largo del lecho fluvial (Correa, 2010).

**Parámetros morfométricos:** La pendiente en Mónica es mayor que la del Carmen, aspecto que supone un incremento en la velocidad de desplazamiento del agua, menor tiempo de concentración y menor infiltración (Instituto Nacional de Ecología (INE), 2004), lo que permite mejora en algunas características físicas, químicas y biológicas de las aguas, debido al incremento de la oxigenación y mineralización producto de las turbulencias generadas y arrastre de sedimentos (Londoño, 2001).

En lo referente al parámetro el índice de compacidad, las cuencas presentan forma casi redonda a oval-redonda; es decir, de clase de compacidad I, lo que es indicativo en conjunto de que al producirse lluvias de larga duración y de intensidad alta, este sistema presente bajo riesgo de torrencialidad y de arrastre de sedimentos. (CARTOLIMA, 2011)

La densidad de drenaje para el Carmen es de 1,63 km/km<sup>2</sup> y de Mónica 1,36 km/km<sup>2</sup> lo que implica un drenaje bajo con respuesta hidrológica muy lenta (Fuentes, 2006), justificando que una gota de agua recorrerá una longitud larga para llegar a la salida de la cuenca (Hernandez, 2015); la densidad va a depender de la litología, de las características de infiltración del suelo y de la cubierta vegetal existente (Romero, 1987).

**Caracterización del suelo ripario:** Los suelos en las microcuencas son del orden Inceptisoles, aptos para soportar una sucesión de cultivos, pero solamente con un manejo adecuado, el material parental permite su desarrollo ya que es altamente calcáreo y resistente a la meteorización (Ibáñez, Ramón, & Gisbert, 2012), el pH es moderadamente ácido en muestras de suelo SU, M1, C1 y E característico de suelos medianamente fértiles, ya que influye directamente en la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Instituto Nacional de Ecología (INE), 2000), la materia orgánica (MO) en los tramos de estudio es media – alta (5-10%) que estaría permitiendo el reciclaje de nutrientes e incrementando la diversidad biológica de los suelos riparios (PROBIDES; PNUD; UE, 1999), este porcentaje de MO encontrada permite una mejor capacidad de retención de agua en la ribera, aumenta su resistencia a la erosión y contribuye a evitar la contaminación de los cursos de agua, gracias a su papel de filtro natural asociado principalmente a sus propiedades adsorbentes (Gartzia, 2009). A pesar de que el tramo M1-SU la MO es media se evidencia la erosión de las riberas fluviales debido a la ganadería que se desarrolla en el lugar; un análisis conjunto se da en relación a la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y la MO en razón de que a medida que se incrementa la MO también incrementa CIC (Bosque Natural, 2011), la CIC en C1 es de 21,93 meq/100 gr, E 15,65 meq/100 gr, SU 15,3 meq/100 gr y M1 12,1 meq/100 gr, ubicando los tramos en la categoría de medio - alto en relación a su CIC, esto determina la potencialidad que tiene el suelo para retener e intercambiar nutrientes vegetales (SMART, 2008).

La salinidad de los suelos varía ampliamente, tanto horizontal como verticalmente debido a pequeñas diferencias en su composición, permeabilidad, desarrollo de plantas, entre otros (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA), 2010). La Conductividad Eléctrica en los tramos C1, E, M1, SU se encuentran en la categoría de no salinos por tener una CE promedio de 0,2 ds/m en el caso de suelos no salinos, en general contienen principalmente sales de calcio, estos suelos son adecuados para el crecimiento vegetal (Torres, 2008).

Se considera, esquemáticamente, que la porosidad total está constituida por una macroporosidad utilizada para la circulación del agua y del aire y por una microporosidad que almacena el agua y que además está relacionada con la penetración y distribución de las raíces, en este contexto la microcuencas Mónica presenta una densidad aparente ( $D_a$ ) de 1,4 gr cm<sup>-3</sup> frente a la microcuenca Santa Urco con una  $D_a$  de 1,5 gr cm<sup>-3</sup> indicadores de suelos con tendencia a la compactación frente a las microcuencas El Carmen y Espumos con una  $D_a$  de 1,3 y 1,2 gr cm<sup>-3</sup> propios de suelos arenosos con mejores condiciones de porosidad e infiltración (Antunes, *et al.*, 2007). El carbono del suelo en el C1 es de 96,9 tC/ha y E 172,2 tC/ha para SU de 64,8tC/ha y M1 de 74,9 tC/ha. Los valores de carbono en M1-SU son bajos a comparación de C1-E, esto puede atribuirse al cambio de uso de bosques riparios a pasturas o cultivos que disminuye los contenidos de carbono en el suelo, debido a aumentos de temperatura que aceleran los procesos oxidativos de compuestos orgánicos también, el lavado de los

suelos provoca la remoción del carbono (Granados, 2006). Los suelos de los tramos (M1, SU, E, C1) son de textura (franco arenoso) usualmente estos suelos presentan regímenes de infiltración veloces y presentan una excelente aireación debido a que las partículas dominantes de gran tamaño facilitan la penetración del aire (Luters, 2000).

**Índice de la calidad de las zonas de riberas:** Es de vital importancia en el análisis de la calidad de las zonas de rivera en las microcuencas el estudio, el análisis de la continuidad longitudinal la vegetación riparia por estar sometida de manera natural a una fuerte dinámica ocasionada por la reducción de los caudales que pueden causar la muerte de individuos o por los asentamientos humanos que ocasionan la destrucción de la vegetación (Suatunce, 2009). Este es el caso de la microcuenca Mónica 1 y Santa Urco que se ve afectada por la presencia de actividades ganaderas las mismas que han modificado la naturalidad del lecho y los procesos hidrogeomorfológicos (Ollero A. B., 2008). La conexión lateral de la microcuenca es regular debido a las externalidades negativas antes mencionadas las mismas que han provocado el encajonamiento del cauce. Esta pérdida de continuidad es muy negativa no solo para la ribera, sino también para el cauce y para los seres vivos que en él habitan (Ollero, 2010).

Sin embargo, la continuidad longitudinal en la microcuenca el Carmen 1 es óptima por lo que hace posible que la vegetación ribereña funcione como corredor conectando diversos ecosistemas. Al estar conectada longitudinalmente permite que, en la conexión lateral de la cuenca se produzca un intercambio de agua, sedimentos, nutrientes y organismos entre el cauce y las riberas importantes para los cauces fluviales (CIBYA y MAGRAMA, 2013; Granados *et al.*, 2016). En la microcuenca el Carmen 1 y Espumos la vegetación riparia es densa y bien estructurada permitiendo el amortiguamiento del flujo y el atrape de nutrientes (Elosegui y Sabater, 2009). En el caso de la microcuenca Mónica 1 y Santa Urco se puede observar la presencia de espacios abiertos lo que limita la dispersión de las especies y hábitat donde se desarrollan.

Las condiciones de las orillas en la microcuenca Mónica 1 muestran altas afectaciones ya que la vegetación de la ribera ha sido cambiada por pastizal lo que provoca la inestabilidad de las ribera y la erosión de los suelos ribereños, los suelos se encajan y se convierten en más estrechos con lo que disminuye la superficie utilizable por los organismos fluviales, la conexión del cauce con la llanura de inundación, así como los servicios que prestan los ríos (Elosegui, 2009), no es el caso de Santa Urco en donde la inestabilidad de las orillas es leve al no presentar erosión en sus riberas. En la microcuenca el Carmen 1 y Espumos no se evidencia alguna alteración en los márgenes ya que es casi nula la intervención humana. La vegetación arbórea junto con un sotobosque denso conformado por herbáceas, matorrales y arbustos, contribuyen con su sistema radicular a estabilizar los márgenes, dado que cohesionan las partículas del suelo a mayor profundidad y disminuye la erosión producida por la corriente de agua, las partículas en suspensión y la carga de fondo (Elosegui, 2009; Granados, Hernández & López, 2006)

El caudal circulante ejerce una importante presión selectiva sobre las comunidades vegetales ribereñas, hasta el punto de que existen determinadas pautas adaptativas (traits syndromes) que se vinculan directamente con atributos específicos del patrón de caudales existente (Blanco, 2011). A diferencia de Santa Urco y Mónica, la pérdida de vegetación en las orillas de los ríos implica la ausencia de sombra y de hojas que caen en el agua, lo cual cambia la composición química de ésta (Meli, 2011). Las especies vegetales en estos tramos son de tipo ruderal debido a las actividades antrópicas de la zona.

## ■ CONCLUSIONES

En la microcuenca bajo conservación El Carmen muestra una estructura vegetal visiblemente en buen estado, esto se debe a que los suelos de los bosques riparios en la zona de estudio presentaron indicadores físico-químicos bajo parámetros normales que influyen de manera positiva en la composición y estructura de la vegetación y por ende de los bosques; la microcuenca Mónica presenta baja calidad en los factores estudiados debido a las actividades antrópicas en el sector que han influido para que existan franjas ribereñas estrechas y alargadas lo que limita el hábitat y la dispersión de especies, las actividades de pastoreo sumadas a la escasa vegetación ribereña exigen acciones contundentes para que mantenga y mejore los servicios ecosistémicos que brinda a las comunidades que de ella se benefician.

### Agradecimientos

En este trabajo de investigación, expresamos el agradecimiento por su aporte a la Carrera de Manejo y Conservación del Medio Ambiente, al Centro de Investigaciones Tropicales del Ambiente y la Biodiversidad (CITIAB), al Director de Tesis, Ingeniero Jaime Santin y los coautores y revisores de este trabajo.

### Contribución de los autores

La autora principal de este trabajo fue encargada de recoger los datos de campo y procesar la información cuyo objetivo fue realizar la tesis y obtención del grado de Ingeniera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente. El segundo autor fue el director de la tesis, cuya información fue revisada en contenidos y evaluada en el campo. El aporte del tercer autor consistió en ayudar a establecer una metodología para evaluar los bosques riparios y asesorar en los diferentes procesos de la recolección de datos de campo. El aporte del cuarto autor consistió en apoyar en la revisión, síntesis de los resultados y discusiones. Y el aporte del quinto autor consistió en apoyar en el vínculo entre las áreas municipales de estudio, brindando información y facilitando procesos en la recolección y análisis de datos.

## ■ BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, D. (2015). Evaluación de las propiedades físicas del suelo. Obtenido en: <http://www.sec-suelo.org/wp-content/uploads/2015/06/14.-Diego-Aguirre-Evaluacion-propiedades-fisica.pdf>.
- Antunes, *et al.* (2017). Propiedades físico-hídricas del suelo en el cultivo del maíz grano. Boletín INIA. Obtenido: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40309.pdf>
- Auble, G. T. (1994 ). Relating riparian vegetation to present and future streamflows. *Ecological Applications* 4(3): 544-554. Obtenido de <https://www.fort.usgs.gov/sites/default/files/products/publications/2178/2178.pdf>
- Auble, G. T. (2005). Use of individualistic streamflow-vegetation relations along the Fremont River, Utah, USA to assess impacts of flow alteration on wetland and riparian areas. (Vol. 25). *Wetlands*.
- Blanco, F. L. (2011). Relación entre vegetación riparia y caudales: resultados preliminares en tramos fluviales del sur de España. España. Obtenido de <http://www.mediodes.com/pdfs/es/cientifi>

- cas/Vegetacion%20ripar
- Duval, C. &. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina) (Vol. 34). Argentina: Anales de Geografía. Recuperado el 2014, de [http://dx.doi.org/10.5209/rev\\_AGUC.2014.v34.n2](http://dx.doi.org/10.5209/rev_AGUC.2014.v34.n2).
- Carrasco, S., Hauenstein, E., Peña, F., Bertrán, C., Tapia, J., & Vargas, L. (2014). Evaluación de la calidad de vegetación ribereña en dos cuencas costeras del sur de Chile mediante la aplicación del índice QBR, como base para su planificación y gestión territorial. Chile. Obtenido de [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-66432014000100002](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-66432014000100002)
- Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA). Empresa Ibaguereña de Acueducto y Alcantarillado (IBAL). (2011). Plan de Ordenación y Manejo Ambiental de la microcuenca de las quebradas Las Panelas y la Balsa. Obtenido de [https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro\\_documentos/estudios/cuenca\\_panelas/DIAGNOSTICO/2.2ASPECTOS\\_BIOFISICOS.pdf](https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/cuenca_panelas/DIAGNOSTICO/2.2ASPECTOS_BIOFISICOS.pdf)
- Correa, D. S. (2010). Estructura y diversidad de bosques de galería en una sabana estacional de los llanos orientales colombianos (reserva Tomo Grande, Vichada. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v14s1/v14s1a04.pdf>
- Cunalata, C., & Inga, C. (2012). Cuantificación De Carbono Total Almacenado En Suelos De Páramos En Las Comunidades Shobol-Chimborazo, San Juan Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/2012/1/236T0065.pdf>.
- Delgadillo, A. M. (2010). Hidrología: Morfometría de Cuencas.
- ECU. (2006). Communication from the commission to the council, the European parliament, the European economic and social committee and the committee of the regions. Obtenido de [http://ec.europa.eu/environment/archives/soil/pdf/SEC\\_2006\\_620.pdf](http://ec.europa.eu/environment/archives/soil/pdf/SEC_2006_620.pdf).
- Elosegi, A. S. (2009). Conceptos y técnicas en la ecología fluvial: La vegetación terrestre asociada al río el bosque de ribera. Obtenido de [http://www.fbbva.es/TLFU/microsites/ecologia\\_fluvial/pdf/cap\\_17.pdf](http://www.fbbva.es/TLFU/microsites/ecologia_fluvial/pdf/cap_17.pdf)
- Elosegui, A. (2009). Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Obtenido de Disponible en: [http://books.google.com.pe/books?id=OfOUggC20\\_UC](http://books.google.com.pe/books?id=OfOUggC20_UC)
- Esper, M. y Perucca, L. (2014). Caracterización morfo métrica de la Cuenca del río Seco a propósito de las fuertes precipitaciones de enero de 2013, Departamento Sarmiento, San Juan, Argentina. Boletín de la asociación Geológica Mexicana. 6 (22). 235 -245
- (SMART), F. M. (2008). La capacidad de intercambio catiónico. Obtenido de <http://www.smart-fertilizer.com/es/articulos/Cation-Exchange-Capacity>. Consultado el 10 de abril.
- (FAO), O. d. (2012). El estado de los bosques del mundo. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/016/i3010s/i3010s.pdf>
- Fernández, L. R. (2009). Calidad de la vegetación ribereña del río Maullín (41°28'S; 72°59'O) utilizando el índice RQI (66(2):269-278 ed.). Guayana Bot. Obtenido de [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-66432009000200011](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-66432009000200011).
- Flores, L. A. (2010). Manual de procedimientos analíticos: Laboratorio de Física de Suelos. Obtenido de <http://www.geologia.unam.mx/igl/deptos/edafo/lfs/MANUAL%20DEL%20LABORATORIO%20DE%20FISICA%20DE%20SUELOS1.pdf>.
- Fondo Regional del Agua (FORAGUA). (2013). Protección Ambiental de las microcuencas del cantón Loja. Obtenido de <http://www.foragua.org/?q=node/81>

- Fuentes, J. (2006). Análisis morfométrico de cuencas: caso de estudio del parque nacional pico de tancitaro. Obtenido de [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/morfometria\\_pico\\_tancitaro.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/morfometria_pico_tancitaro.pdf)
- Gartzia, N. (2009). Estructura y dinámica de la materia orgánica del suelo en ecosistemas forestales templados: de lo particular a lo general. Obtenido de [http://www.iefc.net/activites/FORSEE/rapports/FORSEE\\_Euskadi\\_c5\\_thesis\\_nahia.pdf](http://www.iefc.net/activites/FORSEE/rapports/FORSEE_Euskadi_c5_thesis_nahia.pdf)
- Geissert, D. G. (2012). Funciones Ecohidrológicas del suelo y su importancia para la conservación y el desarrollo. Obtenido de <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv105art3.pdf>
- González del Tánago, M. G. (2006). Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales en el contexto de la directiva marco del agua. (Vol. 12). Ingeniería Civil. Obtenido de <http://www.chduero.es/acciona5/metodologia/rqi.pdf>.
- Granados, D. H. (2006). Ecología de Zonas Ribereñas. Revista Chapingo, 12(1), 55-69. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/629/62912107.pdf>
- Guerrero, O. (2002). Geomorfología de Cuencas. Obtenido de [http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/oguerre/4\\_Geomorfologia.pdf](http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/oguerre/4_Geomorfologia.pdf)
- Gutiérrez, Y. V. (2013). Composición florística de la cuenca del río Gaira. Colombia.
- Hernandez, D. (2015). Estimación de los parámetros morfométricos y las unidades de respuesta hidrológica de la cuenca del Río Ráquira departamento de Boyacá a través del programa SWAT. Obtenido de [http://repository.ucatolica.edu.co:8080/jspui/bitstream/10983/2352/1/Trabajo\\_Grado\\_Cuenca\\_Raquira.pdf](http://repository.ucatolica.edu.co:8080/jspui/bitstream/10983/2352/1/Trabajo_Grado_Cuenca_Raquira.pdf).
- Ibáñez, S. M. (2007). Morfología de las cuencas hidrográficas. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10782/Morfolog%C3%ADa%20de%20una%20cuenca.pdf>.
- Ibáñez, S., Ramón, H., & Gisbert, J. (2012). Técnicas de medida del espacio poroso del suelo. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16872/AD%20Medida%20espacio%20poroso.pdf?sequence=1>.
- Instituto Nacional de Ecología (INE). (2000). Análisis físicos y químicos del suelo. pH Mexico. Mexico. Obtenido de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reccnat/edafologia/doc/normedaf.pdf>
- Instituto Nacional de Ecología (INE). (2004). Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas. Obtenido de [http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/morfometria\\_pico\\_tancitaro.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cuencas/morfometria_pico_tancitaro.pdf).
- Instituto Nacional de Ecología (INE). (2004). Análisis morfométricos de cuencas: caso de estudio del Parque Nacional Pico de Tancitaro.
- Londoño, C. (2001). Cuencas Hidrográficas: Bases conceptuales caracterización planificación-administración . Obtenido de [http://www.ut.edu.co/academico/images/archivos/Fac\\_Forestal/Documentos/LIBROS/cuencas%20hidrograficas%20bases%20conceptuales%20%20caracterizacion%20%20planificacion%20yorganizacion%20-%20CARLOS%20LONDOO.pdf](http://www.ut.edu.co/academico/images/archivos/Fac_Forestal/Documentos/LIBROS/cuencas%20hidrograficas%20bases%20conceptuales%20%20caracterizacion%20%20planificacion%20yorganizacion%20-%20CARLOS%20LONDOO.pdf)
- Lozano C., D. T. (2002). La flora endémica de plantas vasculares del Parque Nacional Podocarpus. Quito, Ecuador: Abya Yala.
- Luters, A. S. (2000). Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Obtenido de [http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/stelprdb1044786.pdf](http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044786.pdf)
- Magdaleno, F. (2012). Estructura y composición de la vegetación de ribera. Evolución de los bosques

- riparios en el Ebro Medio. Obtenido de [http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/educacionambiental/Vegetacion\\_ribera\\_FMadaleno.pdf](http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/educacionambiental/Vegetacion_ribera_FMadaleno.pdf)
- Magdaleno, F. (2013). Las riveras fluviales. Obtenido de <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/pdfs/versionpdf/Riberas.pdf>.
- Mesopotamia, E. (2013). Las riberas fluviales.
- Meli, P. C. (2011). Restauración ecológica de riberas: Manual para la recuperación de la vegetación ribereña en arroyos de la Selva Lacandona. Obtenido de [http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones\\_digitales/RestRiberas.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitales/RestRiberas.pdf)
- Miller, J. C. (2011). Environmental quality of Lower Little Bow River and riparian zone along an unfenced reach with off-stream watering (Vol. 98). Obtenido de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377411001120>
- Ministerio del Ambiente (MAE). (s.f.). Sistema Nacional de Areas Protegidas del Ecuador Parque Nacional Podocarpus. Obtenido de <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/areas-protegidas/parque-nacional-podocarpus>
- Muhammad, I. C. (2007). Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. 45.
- Ollero, A. (2010). Aplicación del índice hidrogeomorfológico IHG en la cuenca del Ebro Guía metodológica.
- Ollero, A. B. (2008). IHG: Un índice para la valoración hidrogeomorfológica de sistemas fluviales. *IHG*, 27(1).
- Ordóñez, J. (2011). Que es Cuenca Hidrográfica? Obtenido de [http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm\\_Files/Publicaciones/Varios/Cuenca\\_hidrologica.pdf](http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/Varios/Cuenca_hidrologica.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). (2009). Los principales factores ambientales y de suelos que influyen sobre la productividad y el manejo. Obtenido de [http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/ap/ciencias\\_agronomicas/c20021221046edafo\\_factoresambientalesysuelos.pdf](http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/ap/ciencias_agronomicas/c20021221046edafo_factoresambientalesysuelos.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). (2011). Los bosques de montaña las raíces de nuestro futuro. Obtenido de [http://www.fao.org/fileadmin/templates/mountain-day/images/SPANISH\\_brochure\\_2011.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/mountain-day/images/SPANISH_brochure_2011.pdf)
- Osorio, W. (2012). Toma de muestras de suelo para evaluar la fertilidad del suelo. Obtenido de [http://www.walterosorio.net/web/sites/default/files/documentos/pdf/1%201%20Toma%20de%20muestras%20de%20suelos%20evaluacion%20de%20fertilidad%20del%20suelo%20%20Walter%20Osorio\\_0.pdf](http://www.walterosorio.net/web/sites/default/files/documentos/pdf/1%201%20Toma%20de%20muestras%20de%20suelos%20evaluacion%20de%20fertilidad%20del%20suelo%20%20Walter%20Osorio_0.pdf)
- Programa de Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable en los Humedales del Este (PROBIDES), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Unión Europea (UE). (1999). Conservación y restauración del matorral psamófilo. Obtenido de <http://www.probides.org.uy/publica/dt/DT20.pdf>
- Rodríguez, J. O. (2008). Entradas y transporte de materia orgánica en una quebrada tropical de montaña. *CALDASIA*, 30(2). Obtenido de [http://www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasia/30\\_2/Limno2.pdf](http://www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasia/30_2/Limno2.pdf).
- Romero, M. L. (1987). Revisión crítica de los parámetros más utilizados y aplicación al alto Guadalquivir. *Papeles de Geografía*, 47-62. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/105414.pdf>.

- Salamanca, A. S. (2005). La densidad aparente y su relación con otras propiedades en suelos de la zona cafetalera Colombia. Obtenido de <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/163/1/arc056%2804%29381-397.pdf>
- Salomón J., M. P. (2009). Asociaciones interespecíficas de anuros en cuatro gradientes altitudinales de la Reserva Biológica Tapichalaca. Zamora, Zamora Chinchipe, Ecuador. Obtenido de [http://www.espe.edu.ec/portal/files/E-RevSerZoologicaNo2/8\(4-5\)/03RamirezAnuros.pdf](http://www.espe.edu.ec/portal/files/E-RevSerZoologicaNo2/8(4-5)/03RamirezAnuros.pdf)
- Secenciales, J. (2009). El análisis morfológico de las cuencas fluviales aplicado al estudio geográfico. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2010). Salinidad del Suelo. Mexico. Obtenido de <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/publicaciones-nayarit/FOLLETOS%20Y%20MANUALES/FOLLETOS%20IMTA%202009/folleto%206%20salinidaddelsuelo.pdf>
- Suatunce, J. V. (2009). Composición Florística y Estructura del Remanente de Bosque de Galería de la Corporación Agrícola San Juan, Cantón La Maná. Cotopaxi, Ecuador.
- Torres, A. A. (2008). El problema de la salinidad en los recursos suelo y agua que afectan el riego y cultivos en los valles de Lluta y Azapa en el norte de Chile. *Scielo*, 26(3), 31-44. Obtenido de <http://www.scielo.cl/pdf/idesia/v26n3/art04.pdf>
- Treviño, G. C. (2001). Distribución y estructura de los bosques de galería en dos ríos del centro sur de Nuevo León (Vol. 7). Nuevo León.
- USGS (2017) United States Geological Survey. US: USGS Global Visualization Viewer (GloVis). <https://glovis.usgs.gov/>
- Vásconez, P. (2009). Montañas y agua en la mitad del mundo. Obtenido de [http://www.paramo.org/dvd/Paramo%20Andino%20Ecuador/COMPONENTE%204/4B/PROPUESTA%20PARA%20MUSEO%20yAKU\\_%20Ecosistemas%20de%20los%20andes/vegetaci%C3%B3n%20andina.pdf](http://www.paramo.org/dvd/Paramo%20Andino%20Ecuador/COMPONENTE%204/4B/PROPUESTA%20PARA%20MUSEO%20yAKU_%20Ecosistemas%20de%20los%20andes/vegetaci%C3%B3n%20andina.pdf)
- WorldClim (2017) World Clim Free climate data for ecological modeling and GIS. WorldClim: Global Climate Data. <http://www.worldclim.org/>