

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



Informe Escrito Final

Análisis del estado de la vegetación ribereña de la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca, Heredia, Costa Rica mediante la aplicación de los índices Calidad del Bosque de Riberas (QBR) y Calidad del Bosque de Riberas modificado (QBRm).

Práctica dirigida como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Biología con Énfasis en Manejo de Recursos Naturales

Fabián Araya Yannarella
Allan Fernández Hernández

Campus Omar Dengo
Heredia, 2011

Esta práctica dirigida fue aprobada por el Tribunal Examinador de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Manejo de Recursos Naturales.

Alexander Edo. Rojas A.

Dr. Alexander Rojas Alvarado (Quién preside)
Sustituye al decano de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

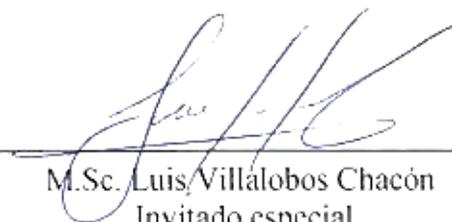
Lic. Alejandro Durán Apuy
Sustituye al Director de la Escuela de Ciencias Biológicas



M.Sc. Viviana Salgado Silva
Tutora



M.Sc. Tania Bermúdez Rojas
Asesora



M.Sc. Luis Villalobos Chacón
Invitado especial

Resumen

Esta investigación que se realizó entre noviembre del 2009 y febrero del 2010, y de mayo a octubre del 2010, se basó en la aplicación del índice QBR (Munné *et al.* 2003) y el índice QBR modificado (QBRm) en seis zonas de la Microcuenca del Río Burio y su tributario Quebrada Seca, ubicada en las provincias de Heredia y Alajuela, con el objetivo de analizar el estado de la vegetación ribereña como contribución a la toma de decisiones relacionadas con el manejo integral de esa unidad hidrográfica. En primera instancia se efectuó una caracterización de la vegetación de la microcuenca. Se agruparon las zonas de muestreo en zona alta (puntos 1 y 2), zona media (puntos 3 y 4) y zona baja (puntos 5 y 6) y se aplicó el índice de Jaccard, el cual evidenció que las zonas media y baja son las más similares en cuanto a composición de familias (0.31) y especies (0.24). Además, manteniendo el criterio de zonación anterior, se caracterizó la población de las diferentes comunidades de la microcuenca y se determinó la existencia de diferencias estadísticamente significativas (IC 95%) entre las opiniones de los habitantes de las zonas evaluadas. En segunda instancia, se aplicaron ambos índices: los resultados obtenidos de la aplicación del índice QBR fueron de 95 puntos (“muy buena” calidad) en los puntos de muestreo 1 y 2 (zona alta), 40 y 45 puntos (“mala” calidad) en los puntos de muestreo 3 y 4 (zona media), respectivamente y 15 y 10 puntos (“muy mala” calidad) en los puntos de muestreo 5 y 6, respectivamente (zona baja). Los resultados obtenidos a partir de la aplicación del índice QBRm mantienen la misma tendencia y no presentaron diferencias estadísticamente significativas (IC 95% p: 0, 092). La zona alta de la microcuenca presentó una buena cobertura vegetal, procesos de regeneración natural y pocas alteraciones al canal fluvial, por lo que fue la zona de muestreo con mayor calidad de ribera, sin embargo, conforme se descendió en la microcuenca a los lugares con una densidad poblacional mayor, la calidad de la vegetación ribereña disminuyó y fue de mala a muy mala, específicamente en las zonas media y baja respectivamente según ambos índices. El índice QBRm puede ser utilizado para complementar el componente estrictamente biológico característico del índice QBR y de esta manera poder evaluar la calidad de la zona de muestreo o de la microcuenca en estudio desde una perspectiva holística, por lo que se recomienda mejorarlo analizando parámetros alternativos que se puedan incluir en el mismo, buscando apartados que relacionen la parte biológica con las opiniones de las personas de las comunidades y realizando las pruebas estadísticas necesarias para fortalecerlo y ponerlo en práctica en diferentes microcuencas del país.

Agradecimiento

Allan:

A Dios por darme el Don de la vida y la salud.

A Diana Rojas Araya, por su enorme colaboración durante la realización de nuestro trabajo. Al Dr. Víctor Araya Fonseca y a la Dra. Melissa Arroyo Gutiérrez por su incondicional amistad y sus sabios consejos. A nuestros amigos y amigas Johnny Villarreal, Viviana Salgado Silva, Tania Bermúdez, Juanita Coto y Carolina Santamaría por su guía y orientación.

Fabián:

A Dios por permitirme disfrutar de la vida y bendecirme siempre.

A Viviana Salgado, Tania Bermúdez, Johnny Villarreal, Juanita Coto, Carolina Santamaría y Oscar Ramírez por ser nuestros guías durante este trabajo, un agradecimiento profundo por la paciencia, los consejos y la amabilidad con que siempre atendieron nuestras consultas pero especialmente por la amistad.

A Luis Poveda, Pablo Sánchez y Marco Otárola por la ayuda con la identificación de las especies vegetales pero sobre todo por ser ejemplos de motivación, humildad y dedicación.

A Diana Rojas por su gran ayuda y excelente ánimo dichosamente contagioso y por supuesto a mi amigo y compañero de batalla Allan Fernández por su entusiasmo y su apoyo.

Allan y Fabián:

Un agradecimiento especial a todas las personas de las diferentes comunidades visitadas que colaboraron de manera amable, abierta y respetuosa y que confiaron en nosotros sus inquietudes, conocimientos, preocupaciones y entusiasmo para buscar en conjunto soluciones para proteger el recurso hídrico.

“Son cosas chiquitas. No acaban con la pobreza, no nos sacan del subdesarrollo, no socializan los medios de producción y de cambio, no expropián las cuevas de Alí Babá. Pero quizá desencadenen la alegría de hacer, y la traduzcan en actos. Y al fin y al cabo, actuar sobre la realidad y cambiarla, aunque sea un poquito, es la única manera de probar que la realidad es transformable.”

Eduardo Galeano

Dedicatoria

Allan:

A mis padres Allan Geovanny Fernández Solís y Ana Mercedes Hernández Sandoval, mis hermanas Gabi y Susi, a Diana Rojas Araya y a mi amigo Fabián Araya Yannarella.

Fabián:

A mis padres Flora María Yannarella Montero y Santiago Araya Barboza. A mis hermanos Silvia, Danny y Aarón, a mi sobrina Bianca, mi abuela Zelmira y mi tío Luis.

En la memoria de Dayana Marín Campos, Orlando Marín Campos y Carlos Campos Sánchez.

Índice

Miembros del tribunal.....	I
Resumen.....	II
Agradecimientos.....	III
Dedicatoria.....	IV
Índice.....	V
Índice de cuadros.....	VI
Índice de figuras.....	VII
Abreviaturas.....	VIII
1. Introducción.....	1
1.1. Antecedentes.....	6
1.2. Justificación.....	8
1.3. Objetivos.....	9
1.3.1. Objetivo general.....	9
1.3.2. Objetivos específicos.....	9
2. Metodología.....	10
2.1. Descripción del sitio de estudio.....	10
2.2. Zonas de muestreo.....	11
2.3. Evaluación de aspectos ambientales y sociales.....	14
2.3.1. Clasificación taxonómica y composición de la vegetación.....	14
2.3.2. Evaluación de aspectos sociales.....	15
2.3.3. Aplicación de índices QBR y QBRm.....	17
3. Resultados y Discusión.....	19
3.1. Clasificación taxonómica y composición de la vegetación.....	20
3.1.1. Análisis general de la vegetación de la microcuenca.....	20
3.2. Evaluación de aspectos sociales.....	26
3.2.1. Aspectos sociales incluidos en la evaluación del índice QBRm.....	37
3.3. Índice QBR y QBRm.....	41
3.3.1. Análisis de los apartados incluidos en el índice QBRm.....	46
3.3.2. Comparación entre índice QBR y QBRm.....	47
4. Conclusiones.....	47
5. Recomendaciones.....	50
6. Bibliografía.....	52
7. Anexos.....	58

Índice de cuadros

Cuadro 1	Descripción de los sitios de muestreo escogidos para la investigación.....	11
Cuadro 2	Presencia/ausencia de las especies vegetales compartidas en cada una de las agrupaciones de zonas de muestreo.....	22
Cuadro 3	Valores del índice de Jaccard a nivel de familias y especies identificadas en las partes alta, media y baja de la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.....	25
Cuadro 4	Características de la infraestructura, años de residencia de los entrevistados (promedio) y número promedio de personas por casa de habitación, en las zonas de muestreo en la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.....	29
Cuadro 5	Percepción de las personas entrevistadas con respecto a diversas características o eventos relacionados con el Río Burío-Quebrada Seca.....	32
Cuadro 6	Porcentaje y calidad asignados por los índices QBR y QBRm en las seis zonas de muestreo a lo largo de la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.....	42

Índice de figuras

Figura 1	Ubicación de la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.....	10
Figura 2	Ubicación de las zonas de muestreo 1 y 2.....	13
Figura 3	Ubicación de las zonas de muestreo 3, 4, 5 y 6.....	13
Figura 4	Familias predominantes de vegetación arbórea, arbustiva y herbácea en la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.....	20
Figura 5	Composición vegetal en las riberas de la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca según hábito de crecimiento.....	23
Figura 6	Composición de la vegetación según hábito de crecimiento de las especies vegetales (expresada como porcentaje) identificadas en las zonas alta, media y baja de la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.....	24
Figura 7	Especies nativas y no nativas encontradas en la parte alta, media y baja de la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.....	25
Figura 8	Distribución porcentual de las personas encuestadas según ocupación en las tres agrupaciones de las zonas de muestreo.....	28
Figura 9	Área (m ²) de las viviendas en las agrupaciones de las zonas muestreadas...	30
Figura 10	Forma en que las personas describen el sistema ribereño según agrupación de las zonas de muestreo.....	33
Figura 11	Percepción de las personas con respecto a los riesgos para la comunidad de la presencia del río, según agrupación de las zonas de muestreo.....	35
Figura 12	Grado de contaminación del río que perciben las personas entrevistadas según agrupación de zonas de muestreo.....	36
Figura 13	Distribución porcentual de las viviendas y locales comerciales en relación con su distancia (metros) del cauce del río, según agrupación de zonas de muestreo.....	38
Figura 14	Distribución porcentual de viviendas que cuentan con sistemas de evacuación pluvial según agrupación de zonas de muestreo.....	39

Abreviaturas

QBR	Calidad del Bosque de Riberas
QBRm	Calidad del Bosque de Riberas modificado
GAM	Gran Área Metropolitana
CI MH	Comisión Interinstitucional de Microcuencas de Heredia
MINAET	Ministerio de Ambiente y Telecomunicaciones
ESPH	Empresa de Servicios Públicos de Heredia
ICAA	Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
MINSA	Ministerio de Salud
LAMRHI	Laboratorio del Manejo del Recurso Hídrico
CNE	Comisión Nacional de Emergencias
bmh-MB	Bosque muy húmedo Montano Bajo
bmh-P	Bosque muy húmedo Premontano
bh-P	Bosque húmedo Premontano
INBio	Instituto Nacional de Biodiversidad
EHPM	Encuesta de Hogares y Propósitos Múltiples
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censo
CCP	Centro Centroamericano de Población

1. Introducción

A lo largo de los márgenes del cauce de corrientes fluviales se encuentran franjas angostas de vegetación que pueden definirse como la interfase entre los ecosistemas acuáticos y terrestres (Burt *et al.* 2002; Granados *et al.* 2006). A este tipo de comunidades vegetales que actúan como ecotonos se les conoce bajo el término de vegetación ribereña o riparia (Ceccon 2003). Este tipo de vegetación se diferencia de la vegetación aledaña por poseer un mayor número de especies siempre verdes (Rzedowski 1994 y Lamprecht 1990, citado por Rodríguez 2006) y porque sostienen ecosistemas estructuralmente más diversos y más productivos en biomasa animal y vegetal (Díaz y Rosales 2006).

La vegetación de riberas está representada principalmente por comunidades heterogéneas de plantas que se desarrollan sobre suelos muy húmedos y que poseen características muy particulares, como son la capacidad de soportar inundaciones temporales e invadir rápidamente áreas expuestas o bancos de grava (González y García 1998; Treviño *et al.* 2001). Las adaptaciones morfológicas y fisiológicas que estas especies poseen son determinantes en el éxito que tengan ante las condiciones de humedad (Ernst 1990, citado por González y García 1998).

Estas comunidades vegetales están constituidas en general por especies pioneras de fácil reproducción y con tasas de crecimiento aceleradas. Su composición, estructura y disposición están determinadas principalmente por factores hidrológicos y fluviales, aunque también se ven influenciadas por procesos erosivos y de sedimentación, factores climáticos como la temperatura y la precipitación, el tipo de relieve y por las características del suelo (Huggenberger *et al.* 1998). La combinación de estos factores, aunada a los distintos usos del suelo que se desarrollan a lo largo de la cuenca, originan zonaciones longitudinales de vegetación, lo que genera diferencias entre las partes alta, media y baja. También se producen zonaciones o sucesiones de vegetación en un plano transversal, es decir, desde el centro del cauce del río hacia fuera o viceversa (en un eje de humedad), originando diferencias en la composición y estructura de las comunidades vegetales (González y García 1998).

Las áreas ribereñas que presentan vegetación generan una variedad de servicios ecológicos en las cuencas y microcuencas, los cuales son considerados de gran importancia. Por

ejemplo, estas comunidades vegetales sirven de filtro entre el río y los ambientes adyacentes, lo que impide o retarda el flujo de la escorrentía hacia el cauce, la cual en muchas ocasiones trae consigo agroquímicos, nutrientes (principalmente nitrógeno y fósforo) y productos orgánicos provenientes de las actividades antropogénicas y de los cambios en los usos del suelo (Carlyle y Hill 2001; Burt *et al.* 2002; Dhondt *et al.* 2006; Granados *et al.* 2006). También permite amortiguar los procesos de sedimentación de los lechos de los ríos y de erosión en las riberas (Pinay y Decamps 1988; García 1998; Timoney *et al.* 1997). Esta disminución de la erosión del terreno ocurre gracias al sistema radical, el cual brinda más cohesión al suelo, brinda mayor estabilización a los márgenes y a las orillas de los ríos, y por tanto, protegen los cauces de la eutrofización (Rodríguez 2006).

Las comunidades vegetales poseen una gran influencia sobre la calidad del agua y del ecosistema fluvial, debido a que la vegetación, principalmente la arbórea, sombrea el cauce del sistema acuático y contribuye al control del nivel de insolación y del régimen de temperaturas de las aguas del cauce, además aumenta la cantidad de oxígeno disuelto, regula la entrada de luz al sistema y retarda el crecimiento de las algas (Dawson y Haslam 1983; Ahola 1990, citado por González y García 1998; Granados *et al.* 2006). La vegetación ribereña, también aporta la materia orgánica que sirve como base de las cadenas tróficas del ecosistema acuático, principalmente como fuente de alimento de macroinvertebrados (Cecon 2003; Granados *et al.* 2006).

Se ha demostrado que la vegetación ribereña juega un papel importante en el manejo integrado de plagas en las zonas agrícolas aledañas, ya que se ha evidenciado mediante estudios previos, que la avifauna que anida en esta zona es depredadora de roedores e insectos que atacan a los cultivos (Cecon 2003; Granados *et al.* 2006).

Una de las funciones ecológicas más relevantes que poseen estas comunidades vegetales es su capacidad de actuar como corredor biológico, proporcionando a las distintas especies animales protección, sombra, zonas de descanso, de alimentación, de paso, migración y un microclima no tan fluctuante a lo largo del río (González y García 1998; Cecon 2003; Granados *et al.* 2006). Estas especies de fauna silvestre a su vez son fundamentales en el corredor

biológico ya que dispersan las semillas y favorecen la regeneración natural de la vegetación ribereña (Gregory *et al.* 1991).

Cabe señalar que la vegetación ribereña no solo genera beneficios ecológicos, sino que también brinda una serie de servicios a los seres humanos que ayudan a mejorar su calidad de vida, por ejemplo, funciona como un agradable sistema paisajístico y provee especies vegetales que pueden ser utilizadas para fines forestales, comerciales y medicinales. Además, favorece la recarga de mantos acuíferos, esenciales para satisfacer las necesidades humanas. No obstante, en las últimas décadas, Costa Rica ha experimentado un fuerte deterioro de sus cuencas y microcuencas (principalmente las ubicadas en el Valle Central), debido a la presión ejercida por el modelo de desarrollo que prioriza el bienestar socioeconómico ante la conservación ambiental.

Esta situación ha ocasionado un aumento en la contaminación de los cursos de agua, acuíferos y de las zonas ribereñas principalmente con desechos sólidos, lo cual ha provocado que estos bosques sean convertidos en relictos cada vez más pequeños, sobre todo en los límites urbanos (Zamora 2002).

La invasión de las zonas de protección de los ríos es uno de los desacatos más comunes a las leyes creadas para la protección ambiental en Costa Rica. Son muchos los problemas y consecuencias que se originan tanto a nivel ambiental como a nivel social producto de esta invasión, que generalmente se realiza con el fin de construir casas de habitación, centros para el comercio e inclusive sitios para el descanso y la recreación. Esta situación por lo general se asocia con la tala de árboles, lo que a su vez ocasiona una disminución en la abundancia y diversidad vegetal, así como la pérdida del hábitat para especies animales. Otra consecuencia de la invasión a zonas de protección es la sedimentación, ya que los terrenos pierden el amarre producto de la deforestación y del soporte de las estructuras construidas (Cabrera 2010).

Los ríos del Gran Área Metropolitana (G.A.M.), han sufrido un elevado aumento en la contaminación por desechos sólidos y líquidos provenientes de las viviendas de urbanizaciones construidas generalmente sin una planificación previa ante el rápido crecimiento poblacional (Zamora 2002), la omisión consciente de las leyes que prohíben construir en las riberas aunado a la permisividad de las autoridades gubernamentales, la poca cultura social en cuanto al manejo

de los desechos caseros y hasta en cierto punto las condiciones ideales topográficas y ambientales de las zonas incluidas en la G.A.M (Programa Estado de la Nación 2010).

La vegetación ribereña en zonas no alteradas se caracteriza por la presencia de especies florísticas nativas diferentes a las de hábitats cercanos, además de estratos verticales y horizontales bien definidos, donde las especies arbóreas presentan un buen desarrollo estructural (tamaño y diámetro), hay un sotobosque abundante, herbáceas y plantas helófitas. Esta vegetación proporciona sombra, produce detritus y aporta alimento, refugio, protección, sitios de paso y de reproducción a diversas especies de animales y su composición está condicionada por la intensidad luminica, el contenido de agua en el suelo y la granulometría (Granados *et al.* 2006).

La vegetación ribereña en zonas rurales generalmente presenta características similares a las de una zona no alterada, con árboles de alturas y diámetros importantes y un sotobosque relevante debido a las condiciones climáticas e hidrológicas que facilitan la presencia de parches de vegetación natural, sin embargo, la expansión de la frontera agrícola y la fragmentación de los bosques por deforestación, muy común en estas zonas, provoca en algunos sitios una disminución en la cobertura boscosa y por consiguiente una variación en la cantidad, la estructura y la diversidad de la vegetación, donde en muchos casos se empiezan a utilizar árboles frutales y ornamentales para la reforestación diferentes de los nativos.

En las zonas urbanas, el crecimiento acelerado de la infraestructura, los microclimas, características edáficas y de contaminación ambiental afectan la vegetación nativa (Magaña *et al.* 2008). Esta es escasa y con una composición y estructura diferente a la que presenta una zona sin alteraciones ya que hay árboles más aislados, no hay una zonación clara de la vegetación tanto vertical como horizontal y hay una alta variedad de especies nativas y exóticas mezcladas debido a la intervención humana. Las zonas de recreación como parques y zonas verdes u zonas ribereñas son generalmente donde se conservan pequeños parches de vegetación importantes para la fauna local.

Es por las razones expuestas anteriormente que se requiere generar investigaciones que permitan evaluar las condiciones actuales de la vegetación ribereña de las unidades

hidrográficas, y que contribuyan a la implementación de los programas de gestión integrada de estas unidades.

Este trabajo pretende precisamente que las personas de las comunidades escogidas se integren en el análisis de las condiciones de la ribera de la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca, esto con el propósito de generar información más precisa de las condiciones del bosque ribereño y que a su vez sean ellas mismas las que den seguimiento a los cambios que se produzcan a través del tiempo, aplicando un método sencillo de evaluación como lo es un índice de calidad de riberas. La importancia de este instrumento de evaluación radica en que permite monitorear las condiciones del río de una manera sencilla y periódica, por personas con conocimientos limitados en hidrología, biología o ecología, lo que lo hace una herramienta útil para colaborar con el mantenimiento y manejo de las riberas y del cauce.

Para efectos de este estudio se tomó como base la metodología desarrollada por Munné *et al.* (1998), Suárez *et al.* (2002) y Munné *et al.* (2003), la cual consiste en la aplicación del índice llamado "Calidad de Bosque de Ribera" o QBR (por sus siglas en el idioma catalán). La aplicación del índice permite clasificar el bosque ribereño, según su calidad, en una de cinco categorías: calidad muy buena, calidad buena, calidad intermedia, calidad mala y calidad pésima.

El índice QBR se originó a partir de estudios realizados en España y ha sido aplicado en diferentes ríos de características similares en el continente europeo. Básicamente consiste en una hoja de datos que se completa en el campo de acuerdo a las características tanto de la vegetación ribereña observada como del canal fluvial. La hoja de datos incluye cuatro apartados sobre diferentes aspectos cualitativos, específicamente: 1) el porcentaje de cobertura vegetal, 2) la estructura de la cubierta, 3) el grado de naturalidad respecto a especies y comunidades potenciales, 4) grado de alteración del canal fluvial desde un punto de vista físico. Cada uno de estos apartados puede obtener un valor comprendido entre 0 y 25, puntaje que varía según las características encontradas. A cada apartado se le puede restar o sumar puntos dependiendo de otras situaciones específicas que se puntualizan en el momento de aplicar el índice, de tal manera que el valor resultante de los cuatro apartados oscila entre 0 y 100 (Anexo 1).

1.1. Antecedentes

Costa Rica se caracteriza por tener una densa red de ríos y quebradas, condición que demanda una atención especial por parte de gestores ambientales y de la población en general; el análisis de riberas es una prioridad, así como lo es el empleo de metodologías que permitan una mejor comprensión de todos los factores que están implicados en el manejo integral de las cuencas. (Fernández *et al.* 1984; Huggenbenger *et al.* 1998; Alcázar y Ferrán 1998; Tabacchi *et al.* 1998; Carlyle y Hill 2001; García *et al.* 2004; Díaz y Rosales 2006; Dhondt *et al.* 2006; Granados *et al.* 2006; Merrill y Benning 2006; Rassam *et al.* 2006; Rodríguez 2006; Jansson *et al.* 2007).

La zona Norte de la provincia de Heredia está sometida a una gran presión por el cambio en el uso del suelo con fines agrícolas, urbanísticos e industriales, carente de planificación y orientado al mercado de tierras que no contemplan las zonas de protección ni las planicies de inundación de las cuencas (Zamora 2002; Comisión Interinstitucional de Microcuencas de Heredia 2005; Proyecto Bandera Azul Ecológica-Mercedes Sur Heredia 2005; Sánchez 2007). Para hacerle frente a esta problemática diversas instituciones gubernamentales, universidades, entes privados y organizaciones comunales han promovido la gestión integrada y participativa de cuencas hidrográficas, con la cual se busca la organización social en función de la recuperación y conservación de estas unidades (Sánchez 2003; Castro *et al.* 2004; Proyecto Bandera Azul Ecológica-Mercedes Sur Heredia 2005; Coto *et al.* 2008).

Desde el año 1999 la Comisión Interinstitucional de Microcuencas de Heredia (CIMH) ha estado trabajando activamente con organizaciones comunales y municipales en el desarrollo de diversas iniciativas de conservación y protección ambiental en las microcuencas de la región central de Heredia, promoviendo la participación de los habitantes y la zonificación de las áreas de protección acuífera en las Microcuencas de los Ríos Ciruelas, Segundo, Bermúdez, Tibás y Parí. La CIMH ha trabajado en la Microcuenca del Río Burío y su tributario Quebrada Seca, implementando acciones para sensibilizar a la población sobre los impactos que genera el crecimiento urbano sin planificación (Comisión Interinstitucional de Microcuencas de Heredia 2005).

La Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca presenta una altísima vulnerabilidad ambiental, evidenciada en la degradación de sus riberas, en la contaminación de sus aguas y en la desprotección de nacientes, entre otros. El impacto directo e indirecto de las actividades antropogénicas que se desarrollan en esta microcuenca, pone en peligro el bienestar de los pobladores y del ambiente. Las consecuencias del deterioro son evidentes desde años atrás, sin embargo, eventos cada vez más dramáticos demuestran que las condiciones, lejos de mejorar, se empeoran. Las comunidades donde los ecosistemas ribereños han desaparecido o se reducen a pequeños sectores con vegetación alterada, escasa e inestable, son propensas a inundaciones, especialmente las ubicadas en la parte media y baja de la microcuenca. Las inundaciones del 2007 afectaron no solo a los cantones de Flores y de Belén, sino que produjeron fuertes daños en partes más altas, como en los cantones de Heredia, Barva y San Rafael. Con ello se evidencia el aumento del deterioro de la microcuenca (Zamora 2002; Oviedo 2007; Coto *et al.* 2008).

Algunos habitantes de la microcuenca, preocupados por su condición, interpusieron en el año 2005 un Recurso de Amparo (Exp: 03-001735-0007-CO Res: 2005-04050) contra las Municipalidades de San Rafael, Heredia, Flores, Barva y Belén, el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET), la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (ICAA) y el Ministerio de Salud (MINSAL). Como resultado de este Recurso de Amparo, se creó la Comisión Interinstitucional Voto 40-50-05 (La Gaceta 2008), con el objetivo de crear estrategias para la recuperación de la microcuenca.

Paralelamente, El Laboratorio de Manejo del Recurso Hídrico (LAMRHI) de la Escuela de Química de la Universidad Nacional desde el año 2005, ha brindado asesoría científica y técnica al Comité Coordinador del Programa de Mejoramiento Integral de Mercedes Sur, el cual lidera un proceso de gestión ambiental comunitaria que se propone avanzar en el manejo adecuado de la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca. Investigaciones realizadas en el marco de este Programa, así como investigaciones y estudios realizados por estudiantes de la Universidad Nacional, por la Comisión Nacional de Emergencias (CNE), la Universidad Interamericana, la Universidad de Costa Rica y la Comisión Interinstitucional del Burío-Quebrada Seca, han avanzado en el análisis físico-ambiental de la microcuenca, en la

determinación de los usos del suelo, en la gestión del recurso hídrico y de los desechos sólidos, en la atención integral de la salud humana, en la seguridad ciudadana y en programas de educación ciudadana y de reforestación (Zamora 2002; Coto *et al.* 2005; Proyecto Bandera Azul Ecológica-Mercedes Sur Heredia 2005; Oviedo 2007).

Es importante destacar que en nuestro país se ha trabajado de manera continua en el análisis físico-ambiental de cursos de agua (Generaux y Pringle 1997; Generaux *et al.* 2002; Generaux 2004), pero estudios propiamente de la vegetación ribereña, su composición, estructura y distribución; así como el estudio de sus relaciones con factores bióticos y abióticos para comprender su rol ecológico y su relación con la vulnerabilidad ambiental de la microcuenca, son mucho menos frecuentes.

Además de la vegetación riparia, es importante conocer las características sociales de la población asentada en estas microcuencas, para poder desarrollar metodologías enfocadas en la restauración que sean acordes a las necesidades y expectativas de las comunidades implicadas de manera directa en la problemática del inadecuado manejo de cuencas. En muchos países, se han desarrollado investigaciones en estas temáticas, las cuales han contribuido al entendimiento de la importancia ecológica y socioeconómica de la vegetación ribereña.

1.2 Justificación

Esta práctica dirigida se realizó en el marco del proyecto “Hacia la Gestión Integrada del Recurso Hídrico en la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca”, que desarrolla el LAMRHI de la Escuela de Química de la Universidad Nacional. La propuesta tuvo su origen en la necesidad de restaurar o recuperar la citada microcuenca, en la que se han alcanzado importantes logros, principalmente debido al interés de las comunidades involucradas.

Información relacionada con la estructura y composición de la vegetación ribereña, de la vulnerabilidad de las comunidades vegetales y del sistema acuático, y los factores sociales asociados, es fundamental para un manejo integrado de la microcuenca. La carencia de estos insumos, motivó el planteamiento del presente proyecto.

Generar este tipo de información es fundamental para apoyar la elaboración de material científico y didáctico útil para las comunidades y demás entes involucrados en la evaluación

periódica de esta microcuenca y de otras con características similares. Además, la información que se pretende generar sobre las riberas de la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca permitirá sentar las bases para la toma posterior de decisiones en el ámbito social, ambiental y político que beneficien la recuperación de esta unidad hidrográfica y el mejoramiento integral de las comunidades que la habitan.

Para que estos esfuerzos sean exitosos se hace necesario diseñar protocolos de evaluación periódica de las riberas usando métodos de análisis cualitativos y semicuantitativos que sean de bajo costo y de fácil aplicación e interpretación. De esta manera, los grupos organizados que han recibido capacitación previa pueden dar seguimiento a las condiciones de las riberas y a los cambios que estas puedan presentar. Es por ello que este trabajo pretende determinar la condición actual de la vegetación ribereña y las principales características sociales de la población perteneciente a la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar mediante la aplicación del Índice de Calidad de Riberas (QBR) y del Índice de Calidad de Riberas modificado (QBRm), el estado de la vegetación de ribera en la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca, como contribución a la toma de decisiones relacionadas con el manejo integral de esa unidad hidrográfica.

1.4.2 Objetivos específicos

Identificar las especies vegetales de las zonas ribereñas representativas de la Microcuenca del Río Burío - Quebrada Seca.

Evaluar la calidad de las riberas de la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca mediante el Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) y el QBR modificado (QBRm) con variables sociales relevantes.

Generar información y recomendaciones acerca de la calidad de las riberas que sirvan de insumo a las comunidades, instituciones y organizaciones para la toma de decisiones relacionadas con el manejo integral de la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.

2. Metodología

2.1 Descripción del área de estudio

El Río Burío nace en Los Ángeles de San Rafael de Heredia y recorre parte del Cantón de Barva; en su zona media atraviesa el Cantón Central de Heredia y en el límite de éste con el Cantón de Flores, se une a su tributario Quebrada Seca. Estos continúan su recorrido (como Río Burío-Quebrada Seca) por los Cantones de Flores y Belén, para finalmente desembocar en el Río Bermúdez, en San Rafael de Alajuela (Zamora 2002) (Figura 1).

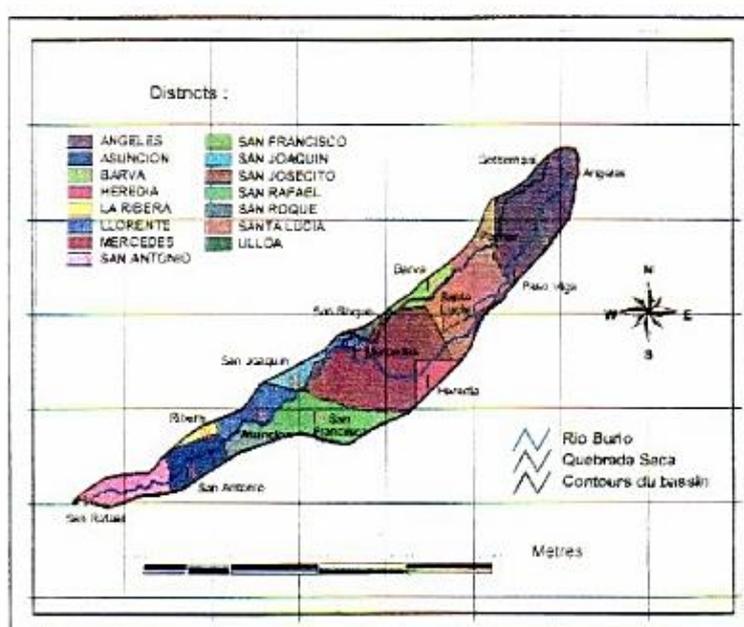


Figura 1. Ubicación de la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.

Fuente: Tisserant (2008).

La microcuenca tiene una longitud total de 17,5 km (Zamora 2002), presenta una precipitación anual de 2042 mm³ y una temperatura promedio de 24,8°C. Su altitud mínima es de 892 m.s.n.m. y la máxima de 1560 m.s.n.m.. El clima es tropical lluvioso con estación seca, la cual se extiende desde abril hasta mediados de mayo. Presenta tres zonas de vida: Bosque muy Húmedo Montano Bajo (bmh-MB), Bosque muy Húmedo Premontano (bmh-P) y Bosque

Húmedo Premontano (bh-P). Sus suelos se caracterizan por ser de tipo inceptisoles (muy fértiles) (Sánchez 2003).

2.2 Zonas de muestreo

Se seleccionaron 6 zonas de muestreo, distribuidas a lo largo de la microcuenca: dos en la parte alta, dos en la media y dos en la baja. Específicamente las zonas de muestreo se ubicaron en: 1-Los Ángeles de San Rafael de Heredia, 2-El Palmar de San Rafael de Heredia, 3-Santa Lucía de Barva de Heredia, 4-Mercedes Norte de Heredia, 5-San Antonio de Belén de Heredia y 6-San Rafael de Alajuela (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de los sitios de muestreo escogidos para la investigación. Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.

Zona / Ubicación	Nombre	Descripción Breve
1 / Parte alta	Los Ángeles de San Rafael de Heredia (Figura 2)	En este punto es donde nace el Río Burío. La ribera presentó una buena cobertura vegetal con especies nativas de la zona, rodeada por cultivos de café y zonas dedicadas a la actividad ganadera.
2 / Parte alta	El Palmar de San Rafael de Heredia (Figura 2)	Este punto está ubicado cerca del anterior, en una finca privada de la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (E.S.P.H) por lo que el bosque de ribera al estar protegido presentó buena cobertura y composición vegetal.
3 / Parte media	Santa Lucía de Barva de Heredia (Figura 3)	Se ubicó en una zona donde hay una densidad poblacional importante. El agua del río se observó contaminada, la cobertura vegetal fue reducida y la composición prácticamente fue de especies nativas y exóticas de pocos individuos.

4 / Parte media	Mercedes Norte de Heredia (Figura 3)	Al igual que el punto anterior, esta zona se encontró en un lugar urbanizado, el agua se observó contaminada, la cobertura vegetal fue regular y la composición fue similar a la del sitio anterior.
5 / Parte baja	San Antonio de Belén de Heredia (Figura 3)	Este sitio se ubicó en la zona central del Cantón de Belén donde hay gran cantidad de tiendas comerciales, lugares de recreación y casas de habitación cercanas al río, la vegetación fue escasa constituida por árboles dispersos de especies comunes del Valle Central, tanto nativas como exóticas, sembradas a lo largo de ambas riberas.
6 / Parte baja	San Rafael de Alajuela (Figura 3)	El último punto se ubicó a un lado de la carretera principal que comunica el Cantón de Belén con Santa Ana, el río fue dragado y la cobertura vegetal fue escasa con especies nativas y exóticas dispersas por ambas riberas.

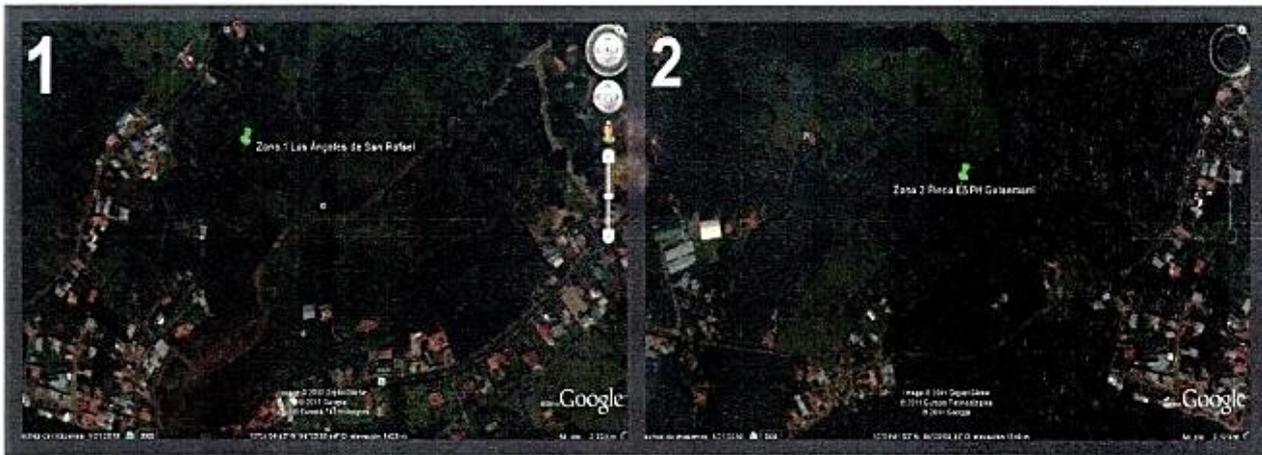


Figura 2. Ubicación de las zonas de muestreo 1 y 2. A la izquierda el punto 1 ubicado en Los Ángeles de San Rafael de Heredia y a la derecha el punto 2 en el Palmar de Getsemaní. Elaboración propia con base en imágenes de la base de datos de Google Earth (2011).



Figura 3. Ubicación de las zonas de muestreo 3, 4, 5 y 6: 3, Santa Lucía de Barva; 4, Mercedes Norte y San Joaquín; 5, San Antonio de Belén y 6, San Rafael de Alajuela. Elaboración propia con base en imágenes de la base de datos de Google Earth (2011).

Las zonas fueron escogidas tomando en cuenta inspecciones de campo y giras de reconocimiento, interpretación de imágenes satelitales disponibles para la zona (Misión Carta

2005, escala 1:50 000) y concordancia con sitios en los cuales se ha desarrollado el proyecto “Hacia la Gestión Integrada del Recurso Hídrico en la microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca”, ejecutado por el LAMRHI. Estos criterios permitieron enlazar y relacionar los resultados de la presente investigación con resultados de otras investigaciones desarrolladas en el marco de dicho proyecto.

2.3 Evaluación de aspectos ambientales y sociales

En esta investigación se generó información sobre aspectos ambientales y sociales de la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca, toda ella necesaria para la aplicación de los índices de calidad de ribera. El índice QBR no incluye aspectos sociales, sin embargo la vulnerabilidad de las zonas ribereñas de la microcuenca, asociada a la sustitución de los ecosistemas vegetales por ecosistemas antrópicos, plantea la necesidad de evaluar las posibles relaciones entre la condición del Río Burío-Quebrada Seca y los impactos de las actividades humanas. Los aspectos sociales considerados relevantes en esta relación se incluyeron en el índice QBRm.

A continuación se detalla la metodología usada para la generación y análisis de información social y ambiental, organizada posteriormente en 4 apartados en el QBR y 6 en el QBRm.

2.3.1 Clasificación taxonómica y composición de la vegetación

Los muestreos para identificar la vegetación se realizaron entre noviembre del 2009 y febrero del 2010. En cada zona de muestreo se evaluó la composición vegetal, definiendo para ello 2 transectos de 50 metros a ambos lados del cauce con un ancho de banda indefinido tomando en consideración el pequeño tamaño de ambas riberas y las observaciones de Munne *et al.* (2003). En este estudio se consideraron sólo las especies de árboles y arbustos, ya que así lo solicita el índice QBR. Aunque las herbáceas y las plantas helófitas no era necesario identificarlas a nivel de especie, se decidió incluirlas en el análisis general de la vegetación para tener una representación más amplia de la misma en el estudio y poder discutir los resultados finales de ambos índices. También, se tomó en cuenta el hábito de crecimiento de las especies encontradas y para eso se consideraron las siguientes características:

- Árbol = planta leñosa $\geq 6\text{m}$ ramificado arriba de la mitad de su altura total.
- Árbol pequeño = planta leñosa $\leq 6\text{m}$ ramificado arriba de la mitad de su altura total.
- Arbusto = planta leñosa $\leq 6\text{m}$ ramificado abajo de la mitad de su altura total.
- Herbácea = planta no leñosa de 1m o menos y monocotiledóneas de gran altura.

Las especies identificadas en cada zona de muestreo se registraron de manera inmediata y las que no se identificaron en el sitio, se registraron mediante fotografías, se colectaron muestras, se codificaron y se colocaron en una prensa dendrológica, para su posterior identificación con la ayuda de guías, de botánicos expertos y la comparación directa con especímenes preservados en los herbarios del Museo Nacional, del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) y de la Universidad Nacional (Anastasio Alfaro y Juvenal Valerio). Después de ser identificadas se clasificaron en especies nativas o no nativas según el origen y la distribución geográfica de la planta en cuestión, utilizando bases de datos en línea de los herbarios mencionados, así como herbarios internacionales ya que el índice así lo solicita.

El análisis estadístico consistió en la aplicación del Índice de Jaccard para determinar la similitud de especies vegetales encontradas en cada zona (Moreno 2001). Para ello se utilizó el programa Microsoft Office Excel 2003.

2.3.2 Evaluación de aspectos sociales

La caracterización socioeconómica de las comunidades ubicadas en las riberas o en sus cercanías en las seis zonas de muestreo, se logró mediante la aplicación de entrevistas semi-estructuradas entre los meses de mayo y agosto del 2010 los fines de semana, específicamente los días sábado entre las 8:00 a.m. y las 2:00 p.m. Se aplicaron 15 entrevistas por zona, para un total de 90 en toda la microcuenca.

El criterio utilizado para escoger a los entrevistados fue analizando la cercanía de las viviendas con respecto a las márgenes del río por medio de fotografías aéreas, se consideró un radio de 300 metros y se eligieron 15 viviendas al azar por zona para realizar las entrevistas. Se entrevistó a la persona que estuviera en la casa de habitación, esto con el fin de tener un amplio

rango de puntos de vista sin importar características como la edad, el sexo o el grado de educación.

La entrevista consta de 4 apartados y 27 preguntas. Las preguntas se basaron en las utilizadas en la Encuesta de Hogares y Propósitos Múltiples (EHPM) del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) correspondiente al año 2009. Debido a que la EHPM se aplica considerando la división político territorial, las tendencias poblacionales que se generan con los datos no se pueden extrapolar a la microcuenca por lo que fue necesario generar la información a nivel de microcuenca y así poder cumplir con los objetivos de este trabajo.

Los apartados que se valoraron en la entrevista fueron:

a) Características sociodemográficas de la población (9 preguntas): donde se consultó sobre la propiedad de la vivienda, la cantidad de personas que la habitaban, el tamaño, la distancia con respecto al río, los años viviendo en la zona y las actividades económicas y recreativas que realizaba la persona entrevistada o los vecinos.

b) Sistemas de saneamiento ambiental de las viviendas (3 preguntas): específicamente se averiguaba sobre la tenencia de tanques sépticos o sistema de conexión con alcantarillados sanitarios y sistemas de evacuación de aguas pluviales.

c) Servicios públicos recibidos (7 preguntas): en este caso se consultó sobre la disponibilidad del servicio de agua potable, electricidad, internet y de recolección de basura.

d) Percepción y conceptos de las personas entrevistadas sobre diferentes aspectos relacionados con el río (8 preguntas): se buscó reconocer los conceptos con que las personas se referían al río, los animales que frecuentaban las riberas, las amenazas principales a las que estaban expuestas, el grado de contaminación del cauce y si tenían disponibilidad para participar en programas de conservación de la microcuenca.

Los datos obtenidos se organizaron con la ayuda del Programa Microsoft Excel Office 2003 y luego se realizó un análisis descriptivo de las principales características, componentes y criterios de las comunidades que habitan a lo largo de la ribera del Río Burío y su tributario Quebrada Seca. Además, se compararon los resultados obtenidos en las seis zonas de muestreo y

se evaluaron estas diferencias mediante la prueba estadística Chi cuadrado con un nivel de confianza del 95%; para lo cual se utilizó el programa Stata 11.

2.3.3 Aplicación de Índices QBR y QBRm

Luego de la aplicación del índice QBR, se diseñó y aplicó en las seis zonas de muestreo el índice QBRm, el cual es una adaptación del índice QBR.

El índice QBR evalúa la calidad de la ribera, con 4 parámetros o apartados biológicos y físicos del cauce, cada uno con un valor máximo de 25 puntos, para un puntaje máximo final de 100. Los parámetros son: el grado de cobertura de la ribera, la estructura de la cobertura, la calidad de la cobertura y el grado de naturalidad del canal fluvial.

El algoritmo que relaciona las características medidas con el índice y la calidad de la ribera es que cada uno de los apartados está asociado a características medibles porcentualmente y a una condición positiva o negativa, dependiendo tanto del apartado como de las características que se evalúan.

A modo de ejemplo, el apartado que califica el grado de cobertura de la ribera puede oscilar entre 0 y 25 puntos según el porcentaje de la cobertura de la vegetación que se observa en el punto de muestreo (oscila de 0 a 100%). La característica asociada a este apartado es la “conectividad” entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente esto con el fin de sumar o restar puntos según el cumplimiento de una de 4 condiciones posibles: si la conectividad es total, si es superior al 50%, si es entre 25% y 50% o si es inferior al 25%.

El patrón anterior se cumple con los otros tres apartados cuyos detalles y características se pueden observar en el Anexo 1. El QBR contempla 4 apartados, cada uno con un valor máximo de 25 puntos, para un puntaje máximo final de 100.

El índice QBRm se basa en el QBR y la modificación más importante es la incorporación de 2 apartados relacionados con aspectos sociales. El primer QBRm diseñado incluyó cuatro apartados nuevos, sin embargo luego de un proceso de validación, se determinó que algunos no se relacionaban directamente con la afectación positiva o negativa de la actividad antrópica sobre las riberas, por lo que se aplicó un análisis multivariado jerárquico (programa estadístico Stata 11) para establecer la eficacia del índice QBRm en la determinación de la calidad de la ribera en

cada una de las zonas de muestreo. Con los resultados obtenidos, se decidió eliminar dos apartados y conservar los siguientes: Zona de protección al río y uso de la microcuenca y Sistemas de saneamiento ambiental. Con estos apartados se buscó evaluar la relación que podría existir entre las características de la población que habita la zona de estudio y la condición de la vegetación ribereña y consecuentemente, el estado de los ecosistemas. Al incorporar dos apartados y para conservar el índice en una escala de 0 a 100% se modificaron los aportes relativos de cada parámetro (ver Anexo 2).

▪ ***Zona de protección al río y uso de la microcuenca***

Este criterio permitió valorar el cumplimiento del Artículo 33 de la Ley Forestal número 7575 (La Gaceta 1996). Se consideró de suma importancia porque el cumplimiento de esta normativa está relacionado con la vulnerabilidad del cuerpo de agua a la contaminación y los peligros potenciales para los habitantes de las riberas. Fue importante efectuar un monitoreo de las casas que incumplen con la distancia de la zona de protección ya que esto permitiría identificar las medidas a tomar para reducir el riesgo por inundaciones y para la protección o recuperación de las riberas, tanto a nivel biológico (reforestación, planes específicos enfocados al mejoramiento de la calidad del agua y los factores a tomar en cuenta para su implementación), así como a nivel social y legal (personas en riesgo, cumplimiento de la ley, permisos de construcción en casos similares, etc).

Se consideró también que el desarrollo de actividades económicas ligadas al río (actividades turísticas, recreativas y aprovechamiento del paisaje) era evidencia de que el curso de agua y sus alrededores se encontraban en condiciones que favorecían su aprovechamiento. Es importante contar con ríos que brinden oportunidades a la población de desarrollar actividades económicas, esto disminuye la migración, el desempleo, mejora los ingresos económicos (turismo) y aumenta el valor económico de las áreas que están influenciados por el mismo (Schmidt *et al.* 2011). Además, el uso del río para actividades recreativas evidencia buenas condiciones tanto de paisaje como de calidad de los recursos, refleja la percepción de las personas hacia el río y el interés en su protección.

- **Sistemas de saneamiento ambiental**

La relación entre la condición de cursos de agua y de sus riberas y las viviendas ubicadas en las cercanías o dentro de las zonas de protección, puede establecerse reconociendo los sistemas de tratamiento de aguas negras en la zona de estudio. Los estudios muestran que la baja cobertura de sistemas de alcantarillado en la provincia de Heredia hace que las aguas residuales sean vertidas en muchos casos en el alcantarillado pluvial o directamente en los ríos (Cañas *et al.* 2008; Programa Estado de La Nación 2010). Esta situación afecta todo el territorio nacional (Programa Estado de La Nación 2010), a pesar de existir una obligación legal de tener y mantener un adecuado sistema de evacuación de aguas negras, así como una obligación de proteger los cuerpos de agua según la Ley General de la Salud (5395), Capítulo III (Obligaciones y restricciones para la evacuación de aguas servidas y negras) Artículos 275, 285, 287 y 288 y Capítulo VI (Deberes y restricciones relativos a las urbanizaciones y salubridad de las viviendas) Artículos 313, inciso 7b y 314. La importancia de esta relación se resolvió en el índice QBRm con la asignación de un puntaje alto a este criterio.

La falta de un adecuado sistema de evacuación de las aguas pluviales hacia el alcantarillado público en las zonas urbanas de Heredia también es una de las principales causas de contaminación (mezcla con las aguas negras) y de inundación principalmente en la época lluviosa (Cañas *et al.* 2008). Se consideró importante evidenciar esta relación en el índice QBRm ya que un adecuado sistema de evacuación de las aguas pluviales contribuye a reducir el problema de inundaciones en los cantones heredianos, siempre y cuando se mantenga en buen estado el sistema de alcantarillado y la condición de las riberas.

Para determinar si existía una diferencia significativa entre los resultados obtenidos mediante la aplicación del índice QBR y el QBRm, se aplicó una prueba Chi cuadrado (niveles de confianza 90% y 95%), con el Programa estadístico Stata 11.

3. Resultados y Discusión

Debido a la similitud de los resultados obtenidos entre las zonas de muestreo geográficamente más cercanas, se decidió agruparlas de la siguiente manera: en zona alta se agruparon los puntos ubicados en San Rafael (zonas 1 y 2), en zona media los puntos en Santa

Lucía y Mercedes Norte y San Joaquín (zonas 3 y 4) y en zona baja los puntos en San Antonio de Belén y San Rafael de Alajuela (zonas 5 y 6). De esta manera se facilitaron las comparaciones y se obtuvo un panorama biológico y social acorde con las tres partes en las que se dividió la microcuenca.

3.1. Clasificación taxonómica y composición de la vegetación

3.1.1. Análisis general de la vegetación de la microcuenca

A lo largo de la ribera del Río Burío-Quebrada Seca se encontró un total de 95 especies vegetales distribuidas en 43 familias (Anexo 4), de las cuales 27 especies (28%) no eran nativas de la zona. La familia que presentó la mayor cantidad de especies fue Fabaceae con 18, seguida de Moraceae con 7 y Euphorbiaceae con 6 (Figura 4), la mayoría de ellas arbóreas, mientras que las familias Piperaceae y Poaceae presentaron la mayoría de especies arbustivas y herbáceas respectivamente. Este resultado es similar a lo reportado por Cascante & Estrada (2001) y Rivera *et al.* (2001) cuyos estudios se realizaron en el Valle Central, en lugares con características similares a las del área de este estudio y coinciden en que la familia de las leguminosas (Fabaceae) fue la más diversa en cuanto a especies, así como en las principales familias más diversas.

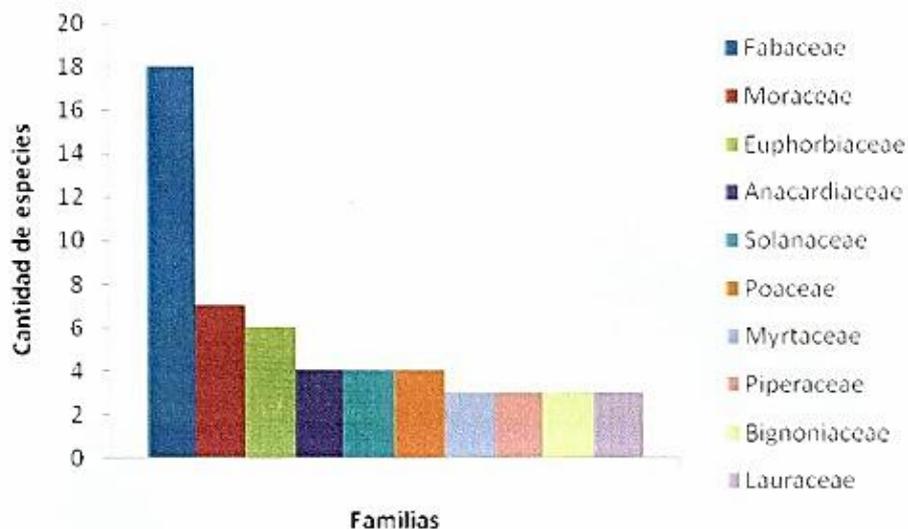


Figura 4. Familias predominantes de vegetación arbórea, arbustiva y herbácea en la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.

Las tres agrupaciones de zonas de muestreo de la microcuenca presentaron en común 25 especies. La agrupación de las zonas 1-2 (microcuenca alta) y la de las zonas 3-4 (microcuenca media) comparten 8 especies (todas nativas), mientras que la agrupación de las zonas 3-4 y la de las zonas 5-6 (microcuenca baja) comparten 18 especies (9 nativas).

Solo una especie, el güitite (*Acnistus arborescens*), se encontró en las tres agrupaciones de zonas de muestreo (Cuadro 2). Esta especie se distribuye desde los 600 a los 2700 m.s.n.m. (Hammel 1999, Soto 2006), rango de altitud en el que se encuentra la microcuenca.

Cuadro 2. Presencia /ausencia de las especies vegetales compartidas en cada una de las agrupaciones de zonas de muestreo. Microcuenca del río Burío-Quebrada Seca.

Especie	Agrupación de zonas de muestreo		
	1-2	3-4	5-6
1 <i>Acnistus arborescens</i>	X	X	X
2 <i>Homelia patens</i>	X	X	
3 <i>Malvaviscus arboreus</i>	X	X	
4 <i>Pothomorphe peltata</i>	X	X	
5 <i>Stemmadenia litoralis</i>	X	X	
6 <i>Trichilia havanensis</i>	X	X	
7 <i>Croton niveus</i>	X	X	
8 <i>Urera caracasana</i>	X	X	
9 <i>Bambusa vulgaris</i> *		X	X
10 <i>Cecropia</i> sp		X	X
11 <i>Cucurbita ficifolia</i>		X	X
12 <i>Cupressus</i> sp*		X	X
13 <i>Diphysa americana</i>		X	X
14 <i>Erythrina</i> sp *		X	X
15 <i>Ficus benjamina</i> *		X	X
16 <i>Ficus costaricana</i>		X	X
17 <i>Inga</i> sp		X	X
18 <i>Magnifera indica</i> *		X	X
19 <i>Musa</i> sp *		X	X
20 <i>Pennisetum purpurea</i> *		X	X
21 <i>Psidium guajava</i>		X	X
22 <i>Ricinus communis</i>		X	X
23 <i>Sechium edule</i>		X	X
24 <i>Spathodea campanulata</i> *		X	X
25 <i>Spondias purpurea</i> *		X	X
* especie exótica			

La vegetación en las zonas de muestreo está compuesta en un 62% por árboles, 19% son arbustos y 15% son herbáceas, el porcentaje restante corresponde a plantas trepadoras y plantas que se encontraron en estado juvenil, como lo son *Cecropia* sp y *Cocos nucifera* (Figura 5).

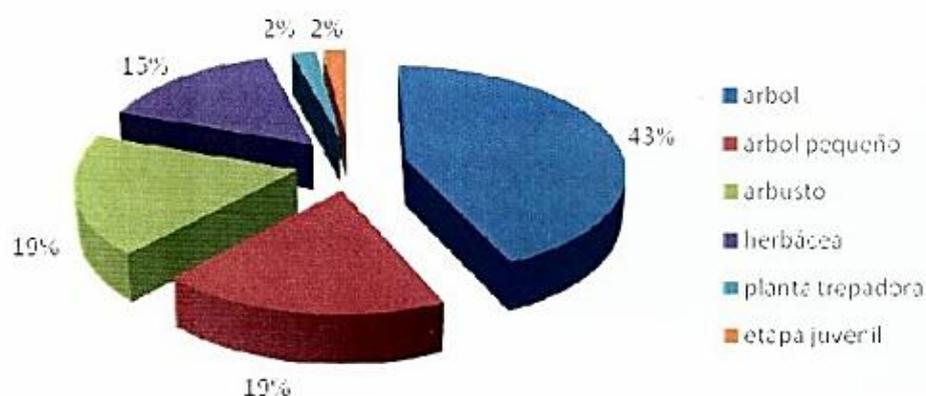


Figura 5. Composición vegetal en las riberas de la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca, determinada según hábito de crecimiento.

La mayor cantidad de especies arbóreas se registró en las zonas media y baja de la microcuenca y principalmente se trata de especies frutales y ornamentales en su mayoría con solo un individuo, comúnmente sembradas por los habitantes de áreas urbanas.

En la zona alta se observó una marcada diferencia entre los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo. Algunas especies de árboles se encontraron como plántulas y estados juveniles, lo que demuestra la ocurrencia de procesos de recuperación. La poca presencia de hierbas (3,7%) contrasta con lo observado en la zona media (17,5%) y la zona baja (13,5%), esto debido a que en las partes media y baja la cobertura boscosa es menor (50 a 80% y 10 a 50% respectivamente), lo que facilita la entrada de luz solar al suelo y permite la colonización de especies de crecimiento y propagación rápida, como hierbas de la familia Poaceae que forman parches considerables en estos dos sectores (Figura 6).

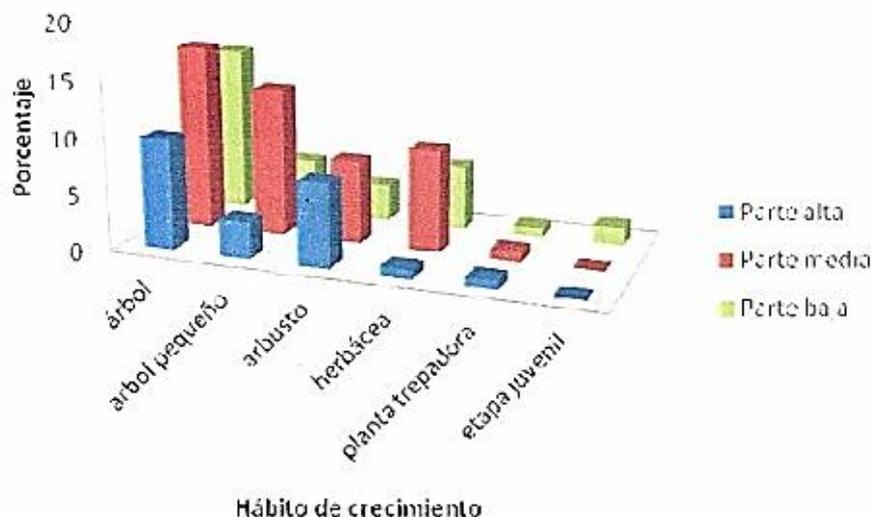


Figura 6. Composición de la vegetación según hábitos de crecimiento de las especies vegetales (expresado como porcentaje) identificadas en las zonas alta, media y baja de la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.

En las riberas de la parte alta de la microcuenca se encontró una mayor cantidad de especies nativas (Figura 7), únicamente se registró el café (*Coffea arabica*) como especie no nativa, cuyo cultivo es común alrededor de la vegetación de ribera en la parte norte de la Provincia de Heredia (Ramírez & Mata 1998; Municipalidad de San Rafael 2010), a diferencia de la parte baja de la microcuenca, en la que se encuentra la misma cantidad de especies nativas y no nativas.

La parte media de la microcuenca se caracterizó por presentar una mayor cantidad de especies no nativas, entre las cuales sobresalen los árboles frutales, así como especies ornamentales, sin embargo, aún así la cantidad de especies nativas fue importante. Por su parte, en la zona baja las especies nativas y no nativas se encontraron en una proporción similar, lo que indica un mayor deterioro de la ribera del Río Burío-Quebrada Seca en esta zona ya que se da una sustitución paulatina de las especies locales, principales fuentes de alimento, de refugio y sitios de reproducción para diferentes animales de la zona, los cuales a su vez contribuyen a que las especies vegetales se reproduzcan por medio de la dispersión de las semillas y de la polinización. Además, si bien se encontraron especies no nativas que se pueden adaptar a las

condiciones biológicas del sitio y cumplir una función ecológica importante, la mayoría es de crecimientos acelerados y no tienen depredadores naturales lo que disminuye la posibilidad de las especies nativas de competir por los recursos.

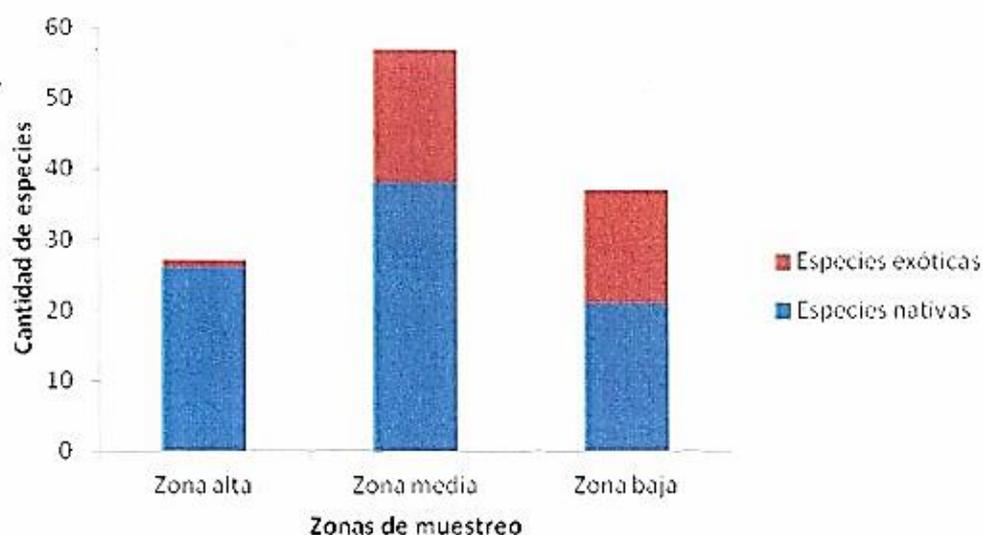


Figura 7. Especies nativas y no nativas encontradas en la parte alta, media y baja de la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.

Los sitios más parecidos en cuanto a la composición de la vegetación fueron las zonas media y baja, con un índice de similitud de Jaccard de 0,31 para las familias y 0,24 para las especies, respectivamente, mientras que los sitios menos parecidos fueron las secciones alta y baja, con un índice de similitud de 0,13 para familias y 0,02 para especies (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores del índice de Jaccard a nivel de familias (diagonal superior) y especies (diagonal inferior) identificadas en las partes alta, media y baja de la Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca. Los valores más altos se resaltan en negrita.

Lugar	Zona alta	Zona media	Zona baja
Zona alta		0.30	0.13
Zona media	0.11		0.31
Zona baja	0.02	0.24	

A nivel de familia los resultados obtenidos fueron similares entre la zona alta y la media y la zona media y la baja (0,30 y 0,31 respectivamente) pero fueron más diversos a nivel de especie la zona media y la baja, por lo que los resultados más altos son los que se resaltan en el cuadro 3.

Las zonas media y baja fueron similares en su composición (comparten 18 especies), sin embargo, el porcentaje de similitud fue de un 31%, el cual puede considerarse como bajo. Los puntos de muestreo en estas zonas fueron ubicados en lugares urbanizados, donde la vegetación de ribera nativa ha disminuido y se ha mezclado con especies introducidas que se han adaptado muy bien a las condiciones y que muchas de ellas fueron sembradas por las personas que habitan cerca de las riberas.

Esta situación se reflejó en los resultados obtenidos con ambos índices, ya que el apartado de calidad de la cobertura vegetal evaluó la composición de las especies y en este caso en ambas zonas hubo una considerable cantidad de especies no nativas, lo que propició la disminución en el puntaje final y por ende en la calidad de la ribera.

Las zonas alta y baja tuvieron una composición de plantas diferente y la categoría final obtenida de la calidad de ambas riberas así lo demostró, la zona alta obtuvo una clasificación alta mientras que la zona baja una clasificación deficiente, lo que hace deducir que el bajo índice de similitud obtenido al compararlas se debió a condiciones climatológicas específicas de cada zona y al distinto grado de urbanización entre ambas ya que las especies vegetales que tenían en común eran muy pocas.

3.2 Evaluación de aspectos sociales

La evaluación de aspectos sociales se realizó para incluir en el QBRm los aspectos sociales que se consideraban determinantes en la condición de la vegetación de la ribera en la microcuenca. Al mismo tiempo, se pretendía generar información sobre la población para tener un perfil de las personas que viven en los alrededores de la misma y conocer la opinión con respecto al río.

De las 90 personas entrevistadas en las seis zonas analizadas, 54,4% fueron mujeres y 45,6% hombres. El mayor porcentaje de personas entrevistadas (35,0%) tenía entre 20 y 30 años,

seguido de personas entre los 41 y 50 años (27,0%), más de 50 años (23,0%) y por último entre 31 y 40 años (15,0%), distribución concordante con la pirámide generacional reportada por el Centro Centroamericano de Población (CCP) para las provincias de Heredia y Alajuela en el año 2008.

El hecho de que se haya entrevistado a un porcentaje mayor de mujeres podría deberse a que la aplicación de las entrevistas se realizó durante los fines de semana a tempranas horas del día, cuando la mayoría de las amas de casa realizan sus labores cotidianas. Otro posible factor para explicar las diferencias encontradas se basa en la anuencia de las personas para realizar la entrevista, ya que en los casos en que ambos se encontraban disponibles, las mujeres mostraron mayor interés que los hombres en responderla.

De las 90 personas entrevistadas, 85 respondieron acerca de su ocupación, y esta información mostró que el 41,2% forma parte de la clase trabajadora formal, 41,2% son amas de casa y el 17,0% restante se encuentra fuera de la fuerza laboral; específicamente son estudiantes, pensionados y desempleados. Esta información es similar a la que se rescata del CCP, en donde se reporta que la fuerza laboral del país corresponde al 40,5% de la población, y específicamente en la Provincia de Heredia es de 42,3% y de 41,1% para la Provincia de Alajuela en el año 2008.

Al analizar los resultados de las entrevistas por agrupaciones de zonas, se determinaron diferencias significativas (Chi cuadrado, $p: 0,034$) en lo que a ocupación se refiere, ya que la proporción de personas fuera de la fuerza laboral fue mayor en las zonas 1 y 2, y la de trabajos formales e informales fue mayor en las zonas 3 y 4 (Figura 8). Este comportamiento puede deberse a que las zonas de muestreo con mayor porcentaje de entrevistados incorporados a la fuerza laboral se ubican en zonas urbanas, que se han ido adaptando a la actividad comercial e industrial; tal es el caso del Cantón de Belén, el cual cuenta con un total de 73 industrias que emplean entre 250 y 2500 personas; y con aproximadamente 400 comercios, hoteles y centros de recreación, lo que genera oportunidades de empleo que han sido aprovechadas en su mayoría por vecinos del cantón (Municipalidad de Belén 2011). Además, la parte alta del Cantón de San Rafael de Heredia, donde se ubicaron las zonas de muestreo 1 y 2 y donde se encuentra la naciente del Río Burío, se caracteriza por ser una zona rural cuyas principales actividades comerciales son la ganadera y la agricultura a pequeña escala, condición que no genera una gran

cantidad de empleos (Municipalidad de San Rafael 2010). Las amas de casa representaron el grupo mayoritario en la agrupación 5-6, lo que podría deberse a que la zona de San Rafael de Alajuela es una zona urbano marginal en donde las mujeres se encargan principalmente de las labores hogareñas y los hombres son los que trabajan afuera de la casa (Saborido 1999).

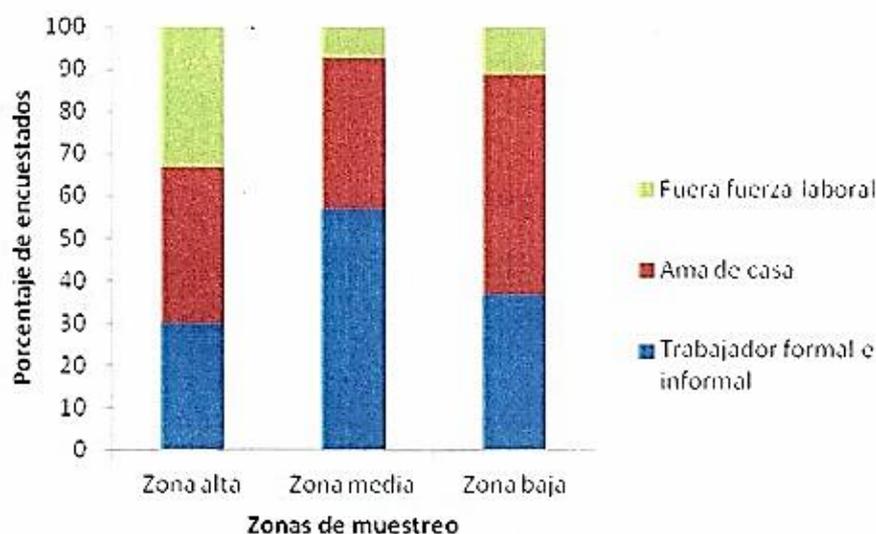


Figura 8. Distribución porcentual de las personas encuestadas según ocupación en las tres agrupaciones de zonas de muestreo. Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.

Por otra parte, el análisis integrado de las seis zonas de muestreo con respecto a las características de las viviendas o locales comerciales, reveló que la mayor parte de la infraestructura se clasifica como casa de habitación de tenencia propia, en la que viven en promedio entre tres y cuatro personas (Cuadro 4). Aproximadamente el 55,90% de las personas entrevistadas habita en una casa cuya área de construcción es superior a los 30 m² e inferior a los 70 m², aspecto que coincide con lo reportado por el CCP en su encuesta de hogares y propósitos múltiples, en la que se estima que el 53,86% de las viviendas en Costa Rica cumplen con esta característica, sin embargo, si se considera a nivel provincial este porcentaje es mayor ya que en Heredia es de un 44,51% y en Alajuela de un 46,00 %.

Cuadro 4. Características de la infraestructura, años de residencia (promedio) de los entrevistados y número promedio de personas por casa de habitación, en las zonas de muestreo en la Microcuenca del Río Burio-Quebrada Seca.

Variable	(n)	Categorías	%
Casa/Empresa	(89)	Casa habitación	83,0
		Empresa	17,0
Tenencia	(88)	Propia	78,4
		Alquilada	12,5
		Prestada	9,1
Número de habitantes	(90)	1-2	20,0
		3-4	54,4
		5+	25,6
Años de vivir en la zona	(89)	0-10	29,2
		11-20	20,2
		20+	50,6
Área de la vivienda (m ²)*	(84)	0-30	9,5
		30-50	21,4
		50-70	34,5
		>70	34,5

* Chi cuadrado: $p < 0.05$

El análisis estadístico reveló diferencias significativas (Chi cuadrado, $p: 0,039$) entre las agrupaciones de zonas de muestreo, con respecto a la variable “Área de la vivienda”; las casas fueron de mayor tamaño en las partes alta y media de la microcuenca, mientras que en la parte baja fueron más comunes las casas de un tamaño moderado, sin embargo, no se observó una tendencia clara (Figura 9).

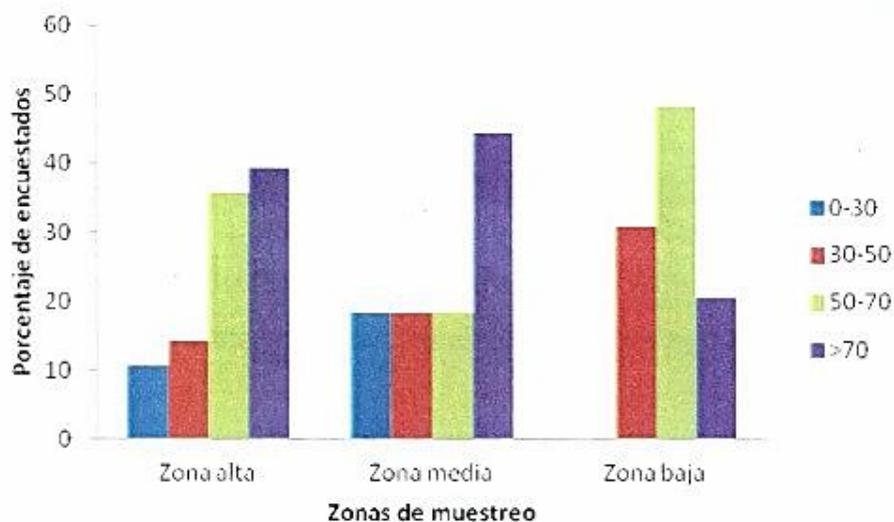


Figura 9. Área (m^2) de las viviendas en las agrupaciones de zonas muestreadas. Microcuenca del Río Burio-Quebrada Seca.

Con respecto a los servicios públicos, tales como el abastecimiento de agua para consumo humano, electricidad y recolección de desechos sólidos, el 100% de los entrevistados (n:90) aseguró contar con dichos servicios básicos.

En el caso del abastecimiento de agua, esta información concuerda con la facilitada por el CCP (INEC 2009). Los resultados de esta entrevista indican que para las provincias de Heredia y Alajuela dicho servicio cubre al 100% de la población. EL 81,1% de los entrevistados reportó que la calidad del agua de abastecimiento era buena, el 16,7% la reportó como regular y el 2,2 % como mala. Así mismo, el 11,1% aseguró haber percibido en al menos una ocasión el agua como sucia o contaminada. En este caso, la mayor cantidad de reportes fueron de la zona 1 y 2 y hubo diferencias significativas con las otras zonas (Chi cuadrado, p: 0,016).

Si bien es cierto gran parte de la población de la microcuenca, principalmente de sectores más urbanizados como los cantones de Heredia y Belén, está abastecida por fuentes administradas por la Empresa de Servicios Públicos de Heredia o por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, el acueducto municipal, el acueducto local, una empresa o cooperativa, muchos pobladores (principalmente de zonas montañosas rurales como las zonas 1 y 2) manifestaron que utilizaban el pozo, la naciente del río e inclusive el agua de lluvia para su consumo.

Con respecto a la forma en la que las personas percibían o emitían diversos criterios relacionados con el Río Burío o la Quebrada Seca, la mayoría de los entrevistados describieron el sistema como un río y consideraron que el principal riesgo que significaba su cercanía a las comunidades es el de desbordamientos. Además, el 45,5% (n: 88) afirmó haber observado animales silvestres en el río y el mayor número de entrevistados consideró que el grado de contaminación era muy alto, debido principalmente a desechos sólidos e industriales (Cuadro 5). Los resultados descritos presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre las zonas muestreadas.

adro 5. Percepción de las personas entrevistadas con respecto a diversas características o eventos relacionados con el Río Burío-Quebrada Seca. Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.

Variable	(N)	Categorías	%
¿Cómo describe sistema?*	(88)	Río	48,9
		Quebrada	26,1
		Acequia	9,1
		Microcuenca	6,8
		Caño	4,6
		Naciente	3,4
		Ojo de agua	1,1
Riesgos para la comunidad *	(90)	Desborde	52,2
		Contaminación	18,9
		Dengue	2,2
		Ninguno	26,7
Animales silvestres en el río *	(88)	Sí se observan	45,5
Grado de contaminación *	(87)	Ninguno	11,5
		Bajo	25,3
		Alto	28,7
		Muy alto	34,5
Desechos en el río *	(81)	Sólidos e industriales	44,4
		De todo	40,7
		Aguas negras, grises y pluviales	9,9
		Ninguno	4,9

* $p < 0.05$ para diferencias entre las agrupaciones de zonas 1-2, 3-4 y 5-6

Al analizar las respuestas de los 90 entrevistados con respecto a las características del río, la mitad concordó en que se trata de una corriente natural, que tiene la capacidad de fluir de una manera continua con caudales variantes e inclusive indicaron que estaba segmentado en zona alta, zona media y zona baja. El otro 50%, emitió diferentes conceptos y expresó no mantener interés alguno en su conservación. Por esta razón se puede inferir que existe una asociación entre los conceptos que las personas emiten según las características que observan del río (microcuenca, quebrada, acequia, caño, nacimiento, etc) y el interés de la conservación del mismo.

La forma en la que se describió el río cambió de acuerdo a las zonas de muestreo, ya que en el caso de las zonas 1 y 2, los entrevistados lo describieron principalmente como una acequia o quebrada, los de la 3 y 4 dividieron sus respuestas entre los conceptos de río y quebrada y para los de las zonas 5 y 6 era un río (Figura 10).

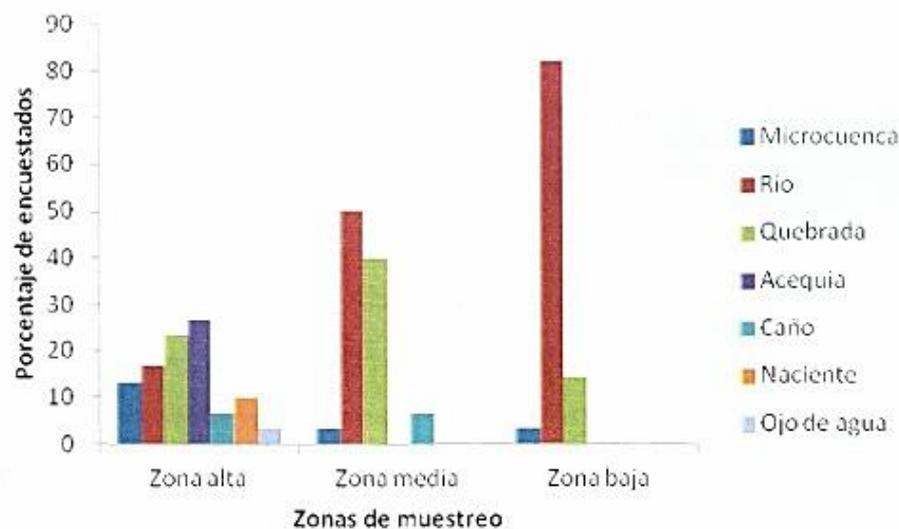


Figura 10. Forma en que las personas describen el sistema ribereño según agrupación de las zonas de muestreo. Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.

Las respuestas brindadas por los pobladores de la sección alta de la microcuenca hacen ver que las personas que habitan en ese sector conocían sobre el punto de origen del Río Burío, y emitían un concepto que se acerca o asemeja al término de nacimiento, siendo este el correcto para esta zona. No obstante, muchos de los participantes manifestaron no tener conocimiento

relacionado con el tema en cuestión y aseguraron no conocer sobre la existencia de la naciente o de algún cuerpo de agua cerca de la zona. Esto se pudo deber a varios factores, entre ellos el poco acceso y contacto que los pobladores tienen con la zona donde se encuentra la naciente debido a la considerable distancia que existe entre sus casas de habitación y la misma.

Otro factor que pudo influir en las opiniones de los pobladores de la parte alta de la microcuenca es la ausencia de amenazas para la población, situación que genera poca divulgación, ya sea entre los propios pobladores o a través de algún medio de comunicación. Esta situación conlleva a los habitantes a la adopción de términos populares para nombrar el cuerpo de agua presente en la zona ante la ausencia de información oficial. Lo contrario ocurrió en la zona media y baja, donde las personas emitieron su criterio de una manera más acertada, basado en el conocimiento, la observación y el contacto cotidiano con el río debido a la cercanía de sus viviendas con los márgenes y a la constante divulgación de información por parte de medios de comunicación y de los gobiernos municipales, principalmente relacionada con la problemática social y ambiental asociada al Río Burío-Quebrada Seca: acumulación de desechos sólidos, desbordamientos y daños a casas de habitación. Es en estas zonas donde se pudieron observar características propias del cuerpo de agua que a simple vista la mayoría de la población generalmente asocia al concepto de río.

La mayoría de las personas de las zonas 1 y 2 no identificaron un riesgo asociado al río o quebrada, mientras que las de las zonas 3, 4, 5 y 6 identificaron claramente estos riesgos (Figura 11). Esto podría estar relacionado al riesgo al que está expuesta la población, siendo mayor en las zonas de muestreo ubicadas en las partes más bajas de la microcuenca. Se mencionó anteriormente que las poblaciones de zonas más bajas se ven amenazadas y conviven con un sentimiento de inseguridad desde hace varios años, asociado al desbordamiento del Río Burío y su tributario Quebrada Seca, principalmente en la zona media y baja durante la época lluviosa, y que ha ocasionado daños en casas de habitación, vías y puentes, sistemas de alcantarillado sanitario y sembradíos, los cuales se pierden por anegamiento.

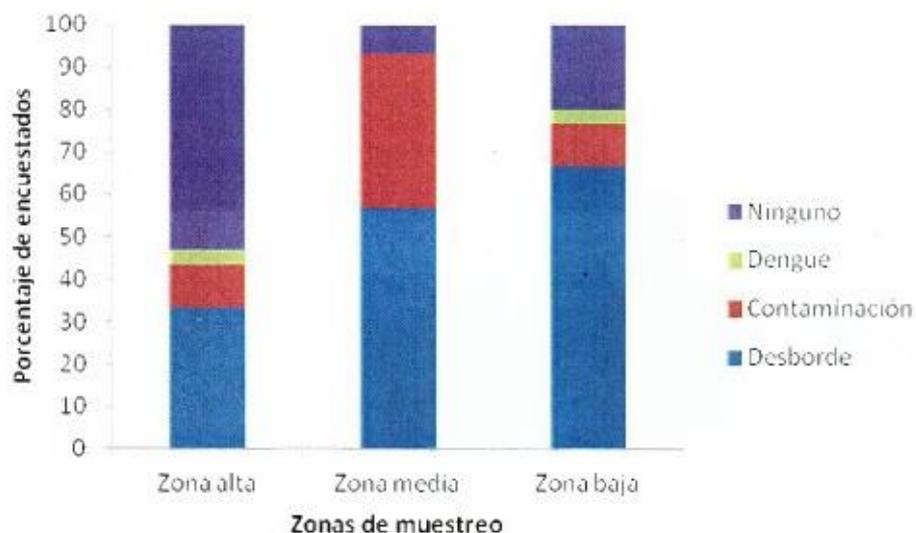


Figura 11. Percepción de las personas con respecto a los riesgos para la comunidad de la presencia del río, según agrupación de zonas de muestreo. Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.

Con respecto al grado de contaminación del río que percibían los pobladores entrevistados, se evidenció una diferencia significativa entre las tres zonas; aproximadamente un 70% de las personas de las zonas 1 y 2 consideraron que no existe contaminación o que su grado es bajo (Figura 12).

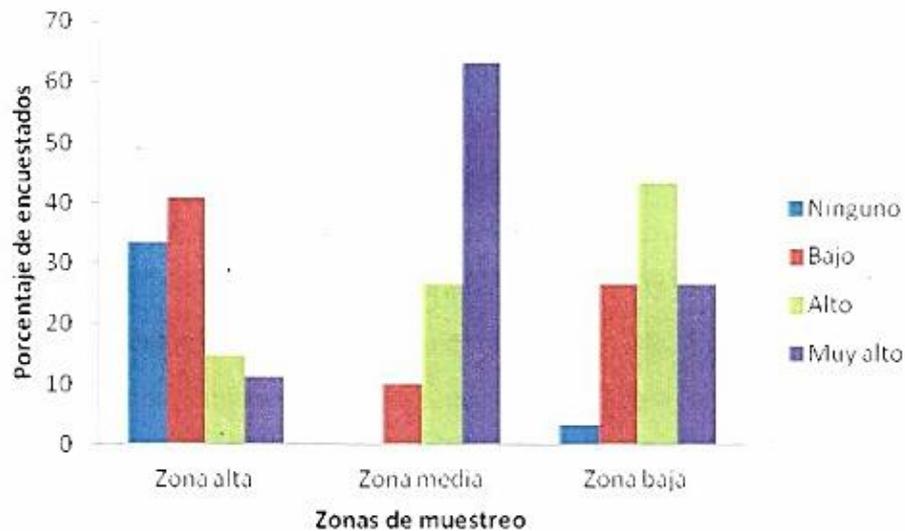


Figura 12. Grado de contaminación del río que perciben las personas entrevistadas según agrupación de zonas de muestreo. Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.

En general, la Microcuenca del Río Burío y su tributario Quebrada Seca tiene altos niveles de contaminación debido a la presencia de desechos sólidos, descarga de aguas negras y desechos provenientes de comercios (Ortiz 2009). Algunos de los entrevistados de la zona 1 manifestaron conocer la problemática en las zonas 2 y 3, y por ende en sus respuestas hicieron alusión al alto nivel de contaminación general de la microcuenca, siendo la parte media donde las personas lo percibieron más alto (Figura 12). Además, según los entrevistados, las causantes de los elevados grados de contaminación del río eran las casas de habitación y las industrias construidas en las cercanías del cauce. Otro factor que señalaron los habitantes de la zona baja como causante de la contaminación, fue la acumulación de desechos que afectaba desde las zonas alta y media; manifestaron sentirse los perjudicados principales, debido a la problemática que se presentaba en zonas lejanas a su lugar de residencia.

En cuanto al tema relacionado con el avistamiento de fauna silvestre en el río o sus cercanías y el grado de importancia que posee para los pobladores, aunque muchos perciben el Río Burío-Quebrada Seca como una amenaza, tanto para sus bienes materiales como para su salud (algunos mencionaron que el río era un sitio potencial para criaderos del mosquito transmisor del virus del dengue), otros rescataron su importancia y la necesidad de realizar acciones para restaurarlo, debido a que es hábitat de múltiples especies de animales silvestres. El

reporte de avistamientos demostró que este río urbano todavía reúne características, como la cobertura boscosa y fuentes de alimentación, que brindan o satisfacen los requerimientos necesarios para la sobrevivencia de algunos animales, entre ellos las lagartijas, mapaches y aves, como las tangaras. Asociado a este tema y acorde con lo que expresa Ojasti (1993), en su informe Utilización de la Fauna Silvestre en América Latina en zonas rurales y urbanas de los países latinoamericanos, muchos pueblos continúan utilizando la fauna silvestre como recurso de alimentación, este aspecto también se contempló en la entrevista. Sin embargo, ninguna persona respondió afirmativamente cuando se le preguntó sobre la actividad de cacería o alguna de sus variantes.

Un 69% de los entrevistados consideró que la principal razón para conservar el río era tratar de preservar los recursos naturales y un 80% estaba dispuesto a participar en programas de conservación. Otras de las razones que señalaron fueron: tratar de conservar la belleza escénica, evitar desbordes y derrumbes y por el sentido de pertenencia y la recreación.

Es necesaria la integración de distintos factores de carácter ambiental, económico y social para mantener las cuencas hidrográficas en óptimas condiciones (Francke 2003). La alta disposición de las personas a participar en programas orientados a la restauración y al manejo de la microcuenca es de suma importancia ya que pueden aportar desde dinero y mano de obra hasta ideas y recomendaciones basadas en sus propias experiencias a los programas y proyectos que desarrollan las instituciones responsables e involucradas en el tema del manejo integral de cuencas (sector público y privado, municipalidades, organizaciones no gubernamentales, entre otros) y evidencian tanto la preocupación de los habitantes respecto a la situación que actualmente viven, así como el interés por rescatar los recursos naturales.

3.2.1 Aspectos sociales incluidos en la evaluación por medio del índice QBRm

Las zonas 1 y 2 se consideraron como zonas rurales, mientras que las 3, 4, 5 y 6 como zonas urbanas y según la Ley Forestal (La Gaceta 1996) “*se declaran áreas de protección una franja de quince metros en zona Rural y de diez metros en zona urbana, medidas horizontalmente a ambos lados, en las Riberas de los Ríos, quebradas o arroyos, si el terreno es plano, y de cincuenta metros horizontales, si el terreno es quebrado*” (Capítulo 4. Protección Forestal; Artículo 33. Áreas de protección; Inciso b).

El análisis realizado reveló que en promedio un 33% de las viviendas o locales comerciales ubicadas a lo largo del río se encontraban a menos de 10 metros de este. La distancia varió según la zona muestreada (Chi cuadrado, $p: 0,001$); ya que en las zonas 1 y 2, cerca de un 75% de la infraestructura se encontraban a más de 10 metros, en las zonas 3 y 4 un 63% y en las zonas 5 y 6, un 55% (Figura 13).

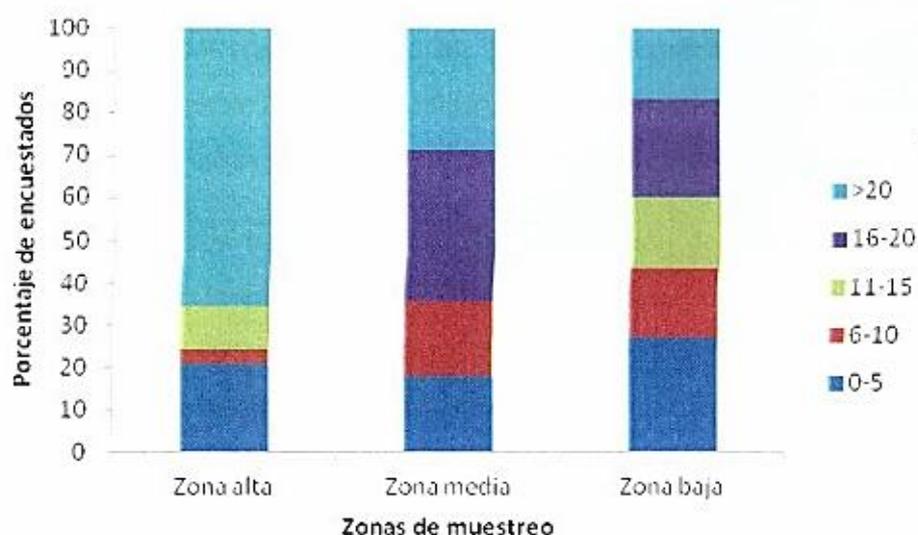


Figura 13. Distribución porcentual de las viviendas y locales comerciales en relación con su distancia (metros) del cauce del río, según agrupación de zonas de muestreo. Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.

Comparando las zonas estudiadas, se observó cómo en las zonas de muestreo 1 y 2 (parte alta) el 80% de la población cumplía con la distancia establecida por la Ley Forestal; esto podía estar relacionado con la baja densidad poblacional y a que las zonas aledañas a la naciente son fincas privadas compuestas por pequeñas áreas de bosque secundario incipiente. Esta situación, asociada al poco caudal que presenta el Río Burío en las cercanías de la naciente y las condiciones geográficas intrínsecas, han mantenido la zona alta de la microcuenca libre de eventos como inundaciones y deslizamientos. Al analizar los resultados obtenidos en las zonas de muestreo 3 y 4 (microcuenca media) se observó una disminución en la distancia entre las construcciones y el cauce, situación que se agravó en las zonas de muestreo 5 y 6 (microcuenca baja). Esta situación ha traído como consecuencia la pérdida de casas de habitación y otra

infraestructura que se ha declarada inhabitable por las instituciones de gobierno encargadas de velar por el bienestar social y ambiental, según informa Sánchez (2007).

Algunos factores que pueden explicar esta tendencia al desarrollo inmobiliario en zonas de protección pueden ser la falta coordinación entre instituciones encargadas de emitir permisos de construcción, de inspeccionar y regular las construcciones. En las zonas de muestreo 3 y 4 principalmente, se encontraron sectores de las riberas ocupados por personas que han ingresado y construido sin los permisos correspondientes. Estos asentamientos, son más propensos a inundaciones, tanto por la cercanía al cauce del río como por la calidad de las construcciones, las cuales en la mayoría de los casos no reúnen las condiciones mínimas para ser habitadas.

Con respecto a la existencia de sistemas de evacuación de aguas residuales, según los datos obtenidos a partir de la entrevista, el 79% de las viviendas o locales comerciales de la microcuenca contaban con sistema de evacuación de aguas negras y un 51% con sistema de evacuación pluvial, aunque en este caso la respuesta fue significativamente diferente, siendo menos común en las zonas de muestreo 1 y 2 (Chi cuadrado, $p: 0,07$).



Figura 14. Distribución porcentual de viviendas que cuentan con sistemas de evacuación pluvial según agrupación de zonas de muestreo. Microcuenca del Río Burío-Quebrada Seca.

Al indagar sobre la existencia de algún tipo de sistema de evacuación de aguas negras, los resultados mostraron un elevado porcentaje de tenencia principalmente de tanques sépticos en las casas y locales entrevistados. Esta situación genera, por un lado, condiciones generales aceptables en cuanto a cantidad de sistemas de saneamiento existentes, reduciéndose hasta cierto grado las fuentes contaminantes del río por esta causa. No obstante, un 20% reportó no contar con sistema de evacuación de aguas negras, condición que podría estar contribuyendo a la contaminación con aguas del Río Burío-Quebrada Seca, evidenciada en los análisis microbiológicos realizados periódicamente por el LAMRHI en diferentes puntos de la microcuenca (Coto *et al.* 2008).

Por otra parte, el contar con sistemas de evacuación pluvial es de suma importancia como parte de la infraestructura de las construcciones cercanas al río; esto debido a que este cuerpo de agua no sólo presenta problemas por contaminación sino también por aumento en su caudal durante la época de lluvia. Los entrevistados en la microcuenca baja reportaron en mayor porcentaje contar con sistemas de evacuación pluvial (Figura 14). Según lo indicaron, han mejorado e incorporado este sistema al ser conocedores del problema que ocasiona el aumento del caudal en el río. Por su parte, los habitantes de la parte alta, que es la zona más rural de las tres, manifestaron no preocuparse por la instalación de este tipo de sistemas debido a que no han tenido problemas con las aguas pluviales por estar ubicados en una zona alta y con suelos con capacidad para la infiltración (debido a la poca densidad poblacional, a la poca cantidad de casas y al tipo de suelo).

En el caso de las actividades económicas y recreativas ligadas al río o quebrada en la sección alta, una persona reportó realizar actividades de carácter económico y recreativo. Este parámetro varió de manera estadísticamente significativa de acuerdo al sitio de muestreo; ya que en las zonas 5 y 6 no se reportó la realización de ninguna actividad que generara ingresos económicos o que cumpliera funciones recreativas asociadas al río, mientras que en las zonas de muestreo 3 y 4 una persona reportó realizar al menos una actividad económica o recreativa de este tipo. Algunas de las actividades mencionadas fueron caminatas, almorzar al aire libre, acampar y caminatas turísticas guiadas. Las diferencias entre zonas de muestreo pueden responder al hecho de que la microcuenca alta, al ser una zona boscosa protegida, ha sido utilizada para realizar giras turísticas y educativas con estudiantes de colegios, escuelas,

representantes de instituciones públicas y personas en general. Caso contrario ocurrió en las microcuencas media y baja, en donde las personas opinaron que las condiciones imperantes durante el período de estudio no permitían el uso de las riberas del Río Burío-Quebrada Seca con fines recreativos o comerciales. Dentro de las principales razones por las cuales han desistido de estas prácticas se encontraban la pérdida de bosque y de plantaciones forestales, la acumulación de desechos sólidos en el río, la pérdida de belleza escénica por las construcciones cercanas (lo cual también disminuye la sensación de seguridad) y la contaminación del agua.

Muchos manifestaron su grado de responsabilidad con respecto a la problemática actual y en general externaron que las situaciones adversas, como las inundaciones y los deslizamientos, son o han sido producto de la falta de coordinación entre las instituciones del gobierno encargadas del manejo de cuencas y la participación ciudadana. Contrariamente a lo esperado, los entrevistados señalaron que los mayores problemas presentados en la zona de estudio no están relacionados con eventos naturales.

3.3. Índice QBR y QBRm

Mediante la aplicación del índice QBR se obtuvo una calidad “muy buena” para las zonas de muestreo 1 y 2, (95 puntos). La calidad de las zonas 3 y 4 fue “mala”, al obtenerse puntajes de 40 y 45, respectivamente. Finalmente, la calidad en las zonas 5 y 6 fue “muy mala”, con 15 puntos para la zona 5 y 10 puntos para la zona 6.

El índice QBRm arrojó un puntaje de 80 para la zona de muestreo 1, lo cual la colocó en la categoría de calidad “buena”; la zona 2 también fue clasificada de calidad “buena” con un puntaje total de 73. Las zonas 3 y 4 obtuvieron una clasificación de “mala” calidad con un puntaje total de 33 y las zonas de muestreo 5 y 6 se caracterizaron como de “muy mala” calidad (23 puntos) y de “mala” calidad (27 puntos), respectivamente.

Al realizar una comparación entre los resultados obtenidos mediante la aplicación de los dos índices, se observó una tendencia hacia la disminución de la calidad de la ribera conforme se descendió en la microcuenca. Para las zonas de muestreo 1, 2, 3 y 4, los puntajes de calidad obtenidos con el índice QBRm fueron menores que los obtenidos con el índice QBR. Con

respecto a las zonas 5 y 6, la puntuación asignada por índice QBRm fue mayor que la obtenida con el índice QBR.

Cuadro 6. Porcentaje y calidad asignados por los índices QBR y QBRm en las seis zonas de muestreo a lo largo de la Microcuenca del Río Burio-Quebrada Seca.

Zona de muestreo	Índice QBR		Índice QBRm	
	Categoría	Puntaje	Categoría	Puntaje
1	Muy buena	95	Buena	80
2	Muy buena	95	Buena	73
3	Mala	40	Mala	33
4	Mala	45	Mala	33
5	Muy mala	15	Muy mala	23
6	Muy mala	10	Mala	27

*Clasificación: ≥ 95 Muy Buena, 71-94 Buena, 51-70 Regular/ Intermedia, 26-50 Mala, ≤ 25 Muy mala.

Microcuenca Alta

El alto puntaje obtenido con ambos índices para la zona de muestreo 1 (Los Ángeles de San Rafael de Heredia) se debió principalmente a que era un sector poco urbanizado, con una composición ribereña más compleja que en las otras zonas de muestreo. En la zona predominaban árboles nativos que proporcionaban una buena cobertura vegetal, como los huevos de caballo (*Stemmadenia litoralis*), los cuajiniquiles (*Inga vera* e *Inga oerstediana*), el colpachí (*Croton niveus*), el fosforillo (*Oreopanax xalapensis*) y el lengua de vaca (*Conostegia xalapensis*), los cuales en conjunto con la anona (*Annona cherimola*) y el higuerón (*Ficus pertusa*) formaban el estrato arbóreo principal, mientras que el arbustivo estaba representado principalmente por la ortiga (*Urera caracasana*), la amapola (*Malvaviscus arboreus*) y la montanoa (*Montanoa hibiscifolia*); el herbáceo lo dominaban especies de la familia Araceae. Los tres estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo) se diferenciaban bien y algunas de las especies mencionadas presentaban plántulas e individuos en etapa juvenil, lo que indicaba que hay un proceso de regeneración en esta zona.

En los alrededores de ambas riberas se encontraron cultivos de café (*Coffea arabica*), la única especie exótica que se mezclaba con las nativas, y a pesar de que también parte de los terrenos cercanos se utilizaban para la actividad ganadera, los finqueros propietarios mantuvieron la vegetación en este sector, ofreciendo de esta manera algún grado de protección a la naciente del Río Burío. Otro factor beneficioso fue que la comunidad más cercana se encontraba alejada de la naciente (a más de 100 metros), y un alto porcentaje de las viviendas (alrededor del 75%) se ubicaba a más de 10 metros de la ribera (Figura 13), tal como lo establece la Ley Forestal (La Gaceta 1996). Esto ayudó a evitar la degradación de las riberas y propició que las personas las utilizaran para actividades menos impactantes.

Al igual que la zona de muestreo 1, en el sector de Mataplátano de San Rafael (zona de muestreo 2), la calidad del bosque ribereño tuvo un puntaje alto, las especies arbóreas alcanzaron un buen tamaño y diámetro, como el aguacatillo (*Ocotea* sp), la uruca (*Trichilia havanensis*), los huevos de caballo (*Stemmadenia litoralis*) y el vainillo (*Senna papillosa*), principalmente, mientras que las especies de la familia Piperaceae (*Piper* sp y *Potomorphe peltata*), la amapola (*Malvaviscus arboreus*), la ortiga (*Urera caracasana*) y el coralillo (*Hamelia patens*) fueron los arbustos principales. También resultó común la platanilla (*Heliconia* sp) y una especie de planta trepadora del género *Monstera*. Los estratos se pudieron diferenciar a simple vista y el café (*Coffea arabica*) fue la única especie no nativa encontrada en el sitio. La escasa presencia de casas de habitación en la zona de muestreo y al estar ubicada dentro de una finca adquirida por la ESPH para protección de sus fuentes de agua, resultó determinante en que la ribera se conservara en buen estado con puntajes altos en ambos índices. No obstante, la calidad de la ribera pasó de categoría “muy buena” a “buena” con el índice QBRm debido a que en el apartado social incluido, se evaluó la tenencia de un sistema de evacuación de aguas pluviales y menos del 50% de los habitantes de estas zonas manifestaron que sus casas no lo presentan (Figura 14), lo que disminuyó el puntaje final según los criterios seleccionados.

Microcuenca media

Las zonas de muestreo 3 y 4 se ubicaron en la zona de Santa Lucía de Barva de Heredia y Mercedes Norte de Heredia, respectivamente, áreas urbanas con menor cobertura boscosa en las riberas, aunque el número de especies fue mayor que en la zona de muestreo 1, principalmente

de especies no nativas (Figura 7). No se observaron estratos definidos y muchas de las especies arbóreas estuvieron representadas por un individuo en estadios juveniles. Esta condición se vio reflejada en ambos índices con una asignación de calidad “mala”.

Ambas zonas de muestreo se ubicaron en zonas con infraestructura construida en las riberas del Río Burío, algunas de las cuales no poseían tratamiento de sus aguas residuales (pluviales, negras y grises) y las dirigían hacia las riberas y el cauce del río. El impacto de la actividad antrópica fue evidente en las riberas de esta zona, ya que a pesar de que la mayoría de especies arbóreas eran nativas, se encontraron árboles no nativos aislados, los cuales fueron sembrados a la orilla del río con el fin de obtener algún provecho. Entre estos se encuentran árboles frutales como el jocote (*Spondias purpurea*), el caimito (*Chrysophyllum cainito*), el nispero (*Eriobotrya japonica*), el mango (*Mangifera indica*) y el limón (*Citrus aurantium*) entre otros, así como plantas ornamentales como el san juan (*Brunfelsia grandiflora*), las maracas (*Zingiber spectabile*), la lotería (*Dieffenbachia amoena*) y la caña india (*Dracaena fragans*).

A pesar de que muchas de estas especies podrían traer beneficios económicos a las personas y se adaptan muy bien a la ribera, no son nativas de la zona y se desarrollan impidiendo el crecimiento de otras especies que podrían cumplir una función ecológica más importante, como los árboles del género *Cecropia* (guarumo), cuyos frutos sirven de alimento para aves (como la piapia, *Cyanocorax morio*) y mamíferos (roedores y murciélagos, como la especie frugívora *Artibeus jamaicensis*) o el güitite (*Acnistus arborescens*) y algunas especies de higuerones (*Ficus* spp), los cuales son alimento para el yigüirro (*Turdus grayi*), el mosquetón picudo (*Megarhynchus pitangua*) y las viuditas (*Thraupis episcopus*) (Stiles y Skutch 2003; Carvajal 2008). El mantenimiento de las interacciones entre las especies vegetales nativas y los animales permite que estos últimos obtengan su alimento y a su vez ayuden a la dispersión de las semillas, con lo que aportan en la germinación y el establecimiento de las plántulas en otros sitios, colaborando con la regeneración de las zonas boscosas (Quevedo *et al.* 2008). A pesar de la importancia de estas y otras especies presentes en las zonas de muestreo 3 y 4, no se observó un proceso de regeneración en ninguno de los dos sitios; contrariamente, la falta de cobertura arbórea en ambos lugares (principalmente en la zona 4), permitió el crecimiento del zacate elefante (*Pennisetum purpurea*), el bambú (*Bambusa vulgaris*) y la caña de azúcar (*Sacharum*

officinale), especies no nativas que se agrupan y colonizan rápidamente los espacios abiertos (Standish *et al.* 2001 citado por Morales 2009), cubriendo gran parte de la ribera e impidiendo el crecimiento de las especies nativas y la diversificación de la zona boscosa.

El avistamiento de especies animales como aves, mapaches (*Procyon lotor*), basiliscos (*Basiliscus* sp), iguanas (*Iguana iguana*) y las ratas comunes (*Rattus rattus*), entre otras, podría ser indicativo de que las riberas en las zonas de muestreo 3 y 4 están siendo usadas por estos animales como sitios de alimentación, refugio y protección, sin embargo, la cercanía con las construcciones las convierten en especies molestas para los pobladores.

Microcuenca baja

En la parte baja de la microcuenca, donde se ubica una de las zonas con mayor crecimiento económico e industrial de la provincia de Heredia, la vegetación ribereña era diferente a la observada en la parte alta de la microcuenca, el cambio en las condiciones climáticas (la altitud cambia más de 500 metros (Hammel *et al.* 2004)), el ser una zona totalmente urbana, los dragados a los que ha sido sometido el cauce y las estructuras para detener la velocidad del río, provocaron cambios en la cobertura vegetal y en la composición de las especies, situación que se vio reflejada en el índice de similitud de Jaccard (0,02) para las zonas alta y baja (Cuadro 3). Además, aunque prevalecieron las especies nativas, el aumento en la cantidad de especies exóticas conforme se descendió en la microcuenca fue considerable y en las zonas de muestreo 5 y 6 llegaron a estar en una proporción similar que las especies nativas.

En el centro de San Antonio de Belén (zona de muestreo 5) las serias inundaciones que ocurrieron años atrás, llevaron a las autoridades locales a adoptar medidas para reducir el riesgo al que se enfrentaba la población, algunas muy impactantes para el ecosistema hídrico, como el dragado y la construcción de muros de contención, actividades que tuvieron grandes repercusiones en la vegetación de la ribera. Las especies arbóreas que se encontraron entre la escasa vegetación ribereña fueron sembradas a lo largo de la margen derecha del río y a escasos 2 metros de distancia del cauce. Se encontró uno o varios individuos por especie, intercalados entre especies nativas y exóticas ornamentales comunes del Valle Central, entre las cuales están: el roble sabana (*Tabebuia rosea*), el vainillo (*Tecoma stans*), el ciprés (*Cupressus* sp), la jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), el guácimo (*Guazuma ulmifolia*), los higuerones (*Ficus*

costaricana y *Ficus morazaniana*), la leucaena (*Leucaena multicapitula*), el laurel de la india (*Ficus benjamina*), la gravilia (*Grevillea robusta*), entre otros. En la margen izquierda la cobertura vegetal fue removida casi en su totalidad, encontrándose únicamente arbustos como la cordiline (*Cordyline* sp), la higuera (*Ricinus communis*) y la veranera (*Bougainvillea* sp), árboles de guarumo (*Cecropia* sp) y poró extranjero (*Erythrina* sp) en etapa juvenil y herbáceas de la familia Poaceae.

En la última zona de muestreo, en San Rafael de Alajuela, la ribera fue sometida a un proceso total de urbanización y se construyeron estructuras para disminuir la velocidad del agua, lo que prácticamente hizo desaparecer la cobertura vegetal. Las especies encontradas fueron árboles aislados de guácimo (*Guazuma ulmifolia*), marañón (*Anacardium occidentale*), guarumo (*Cecropia* sp), roble sabana (*Tabebuia rosea*) y jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*), arbustos comunes de zonas alteradas como la higuera (*Ricinus communis*), algunos que fueron sembrados como el saragundi (*Senna* sp) y herbáceas en una cantidad considerable, entre ellas el zacate elefante (*Pennisetum purpurea*), el pincelillo (*Emilia forbergii*) y el bambú común (*Bambusa vulgaris*). El estado de degradación de la vegetación de ribera en este sector de la microcuenca reforzó el resultado obtenido aplicando los índices QBR y QBRm.

Tal como se expuso anteriormente, en la microcuenca alta y media, la calidad de la ribera evaluada con el índice QBRm fue menor a la evidenciada con el índice QBR, contrario a lo sucedió en las zonas de muestreo 5 y 6, donde el QBR mostró “muy mala” calidad y el QBRm calidad “mala”. Esto pudo deberse a que la mayoría de casas en estas zonas de muestreo se ubicaban fuera de la ribera, según lo establecido en la Ley 7575 y contaban con sistemas de evacuación de aguas negras y pluviales más eficientes, lo que significó la asignación de un puntaje mayor en los criterios del QBRm relacionados con estas características.

3.3.1. Análisis de la composición de los apartados incluidos en el índice QBRm.

El análisis de regresión efectuado con un 95% de confianza determinó que la presencia de actividades económicas y/o recreativas ligadas a la ribera está asociada significativamente (IC

95% $p: 0.003$) con una mejor calidad de esta en las zonas muestreadas. No se encontró una asociación significativa entre el QBR y las otras 3 variables consideradas en este modelo.

3.3.2 Comparación entre índice QBR y QBRm

La comparación entre los índices mediante la prueba Chi cuadrado ($p: 0.092$) con un 95% de confianza determinó que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la calidad de las zonas muestreadas y por ende entre la utilización del índice QBR y QBRm. Al aplicar la misma prueba con un 90% de confianza se comprobó que existe una diferencia estadísticamente significativa entre el uso del índice QBR y el índice QBRm.

El QBRm demostró que al incluir parámetros sociales, el puntaje final cambia con respecto al QBR y se apega más a la realidad observada en cada zona de muestreo, sin embargo, los resultados de la comparación no fueron estadísticamente significativos por lo que no se puede considerar como prioritario para utilizarlo sobre el QBR, ya que es necesario que se realice un análisis más profundo y más pruebas en otras microcuencas para determinar su efectividad.

Hay que hacer hincapié en que el índice QBRm es una herramienta incipiente, el cual con base en los resultados obtenidos puede ser mejorado y considerado como una oportunidad para analizar la calidad de las riberas en las microcuencas del país.

4. Conclusiones

- Se determinó que las riberas de la parte alta de la microcuenca están compuestas en su mayoría por especies nativas de la zona, en etapa de crecimiento secundario. Estas especies proporcionan una buena cobertura y presentan un proceso de regeneración importante, a diferencia de las riberas de la microcuenca media y baja, las cuales están constituidas por especies nativas y exóticas en proporciones similares, la mayoría con individuos aislados que disminuyen la cobertura vegetal de la ribera y no se evidencia un proceso de regeneración.
- La calidad de la vegetación ribereña varió considerablemente según las zonas de muestreo evaluadas. La zona alta de la microcuenca fue la zona de muestreo con mayor

calidad de ribera, mientras que la calidad de la vegetación riparia de la microcuenca media y baja fue de mala a muy mala según los índices QBR y QBRm.

- Los resultados obtenidos mediante la aplicación del índice QBR evidenciaron que la vegetación ribereña de la microcuenca sufre descensos importantes en el tamaño de sus parches y en la idoneidad de su composición observándose un cambio en la cantidad de especies nativas y exóticas conforme se desciende en la microcuenca.

- Los resultados obtenidos conducen a dos opciones para la utilización de los índices QBR y QBRm. La primera sugiere que se debe mantener la utilización del índice QBR, respetando sus apartados específicos referentes estrictamente a la calidad de la vegetación y omitiendo las variables de tipo social, algunas de ellas difíciles de evaluar, especialmente porque no siempre las personas entrevistadas están anuentes a participar, por la necesidad de aplicar entrevistas u otra metodología con la cual se obtengan resultados de carácter social y por el tiempo que se requiere para la aplicación de las mismas. Complementariamente, los resultados obtenidos mediante la aplicación del análisis de regresión explican como únicamente las respuestas relacionadas con la realización de actividades económicas y recreativas por parte de los habitantes de la microcuenca están asociadas significativamente con la calidad de la ribera en las zonas muestreadas. El hecho de que las respuestas relacionadas con la tenencia de sistemas de tratamiento de aguas negras y para aguas pluviales en las casas de habitación y la distancia de estas con respecto al río no tengan un peso estadístico significativo lleva a concluir que se debe utilizar el índice QBR en futuras evaluaciones. En contraposición a lo anteriormente expuesto, el uso del QBRm tiene la ventaja de introducir a la población en la temática del manejo integrado de cuencas, esta actividad permite que los habitantes de una unidad hidrográfica al estar directamente implicados con la problemática de su entorno, cuenten con la oportunidad de dar a conocer sus conocimientos y experiencias, así como de participar en la gestión del mismo. También, es un índice que brinda información útil para las autoridades gubernamentales municipales acerca del cumplimiento de las leyes relacionadas con la protección de las riberas, así como el acceso que tienen las personas a servicios básicos y la calidad de estos; y a pesar de que

aplicar las entrevistas puede ser difícil por el tiempo requerido, con una buena organización comunal se puede facilitar la entrega de los formularios con las preguntas y la aplicación final del mismo. De esta manera, el índice QBRm se convierte en una herramienta que recolecta datos que pueden ser usados para complementar el componente estrictamente biológico característico del índice QBR y de esta manera poder evaluar la calidad de la zona de muestreo o de la microcuenca en estudio desde una perspectiva holística.

- La aplicación del índice QBRm es una herramienta que permite no solo evaluar la vegetación de la ribera sino la consideración de características sociales, lo cual genera resultados basados tanto en lo observado por el investigador como en las experiencias de las personas que habitan cerca de los cursos de agua.

- La Microcuenca del río Burío y su tributario Quebrada Seca enfrenta graves problemas de contaminación ocasionados por regulaciones equivocadas del territorio y en la utilización desmedida y desconsiderada de los recursos naturales existentes por parte de los pobladores. Es por esto, que los resultados obtenidos en esta investigación serán presentados a las municipalidades respectivas y a las comunidades relacionadas con la microcuenca para contribuir con la toma de decisiones relacionadas con las situaciones que están afectando las riberas de cada zona, principalmente las evasiones a la ley de protección de riberas, la urbanización, la contaminación del cauce y la vegetación circundante por desechos sólidos y líquidos, la desidia y desinterés por proteger la microcuenca. Además, la unificación con los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas por el LAMRHI en cuanto a los análisis físico-químicos del agua de la microcuenca puede definir con mayor precisión los problemas que están afectando el cauce y las riberas y así facilitar las acciones que se pueden realizar para mejorar la calidad de la vegetación ribereña de la microcuenca y por consiguiente la calidad del agua.

5. Recomendaciones

- Dar seguimiento a los cambios en la calidad de la vegetación ribereña por medio de la aplicación del índice QBR tanto en la Microcuenca del Río Burío y su tributario Quebrada Seca como en otros ríos principalmente del Valle Central con el fin de que se pueda tener un registro que permita analizar cambios y tendencias en cuanto a la vegetación existente a lo largo del tiempo.
- Utilizar el índice QBRm como un complemento al índice QBR de manera que se logre obtener resultados tanto biológicos como sociales y de esta manera aumentar la participación de las comunidades involucradas en los procesos de gestión de las unidades hidrográficas.
- Unificar los resultados obtenidos de esta investigación con los resultados de las diferentes investigaciones que ha realizado el LAMRHI y otras instituciones. Esta unificación de resultados permitirá el fortalecimiento del conocimiento respecto a las condiciones actuales de la microcuenca, situación que beneficiará el manejo integrado de la misma ya que se pueden tomar decisiones conjuntas relacionando los estudios realizados con el agua, la calidad de la ribera y el entorno social.
- Crear mecanismos que permitan una efectiva coordinación de las instituciones públicas involucradas en el manejo integral de cuencas y orientados al control y seguimiento de los permisos de construcción en zonas de ribera.
- Crear y promover programas de educación ambiental dirigidos a las comunidades involucradas en la problemática existente haciendo énfasis en la importancia del aprovechamiento de los recursos naturales de una manera sostenible y el adecuado manejo de desechos sólidos, así como fomentar proyectos de reforestación con especies nativas para todas las zonas estudiadas.
- Mejorar el índice QBRm analizando parámetros alternativos que se puedan incluir en el mismo, buscando apartados que relacionen la parte biológica con las opiniones de las

personas de las comunidades y realizando las pruebas estadísticas necesarias para fortalecerlo y ponerlo en práctica en diferentes microcuencas del país con base en los resultados obtenidos se puede considerar la posibilidad de validarlo y aplicarlo en futuras investigaciones.

6. Bibliografía

- Alcázar, J. & I. Ferrán. 1998. La vegetación de ribera de los ríos Ésera y Cinca en el tramo afectado por el vaciado del embalse de Joaquín Costa. *Limnética* 14: 373-382.
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica 1996. Ley forestal N° 7575. Capítulo IV, artículo 33. 23 p.
- Ávila, C. & F. Oviedo. 2004. Determinación de la Composición y Estructura de la Flora y la Composición de la Macrofauna para Propiciar Pautas para la Elaboración de un Plan de Manejo en Luna Lodge, Carate, Península de Osa, Costa Rica. Trabajo Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Biología con Énfasis en Manejo de Recursos Naturales. Escuela de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional. 82 p.
- Bossio, J.F. López, J. M. Saravia & P.Wolf. 2008. Desarrollo Rural y Tecnologías de Información y Comunicación: “Experiencias en el Perú, lecciones aprendidas y recomendadas”. 29 p.
- Burt, T.P., G. Pinay, F.E. Matheson, N.E. Haycock, A. Butturini, J.C. Clement, S. Danielescu, D.J. Dowrick, M.M. Hefting, A. Hillbricht-Ilkowska & V. Maitre. 2002. Water table fluctuations in the riparian zone: comparative results from a pan-European experiment. *Journal of Hydrology* 265: 129–148.
- Cabrera, J. 2010. Zonas de protección de los ríos. [En línea]. Periódico La Nación 10 de octubre de 2010. Suplemento Opinión. [Consultado: 15 de enero de 2011]. Disponible en Internet:<http://www.nacion.com/2010-10-11/Opinion/Foro/Opinion2551465.aspx>
- Cañas, D., Guevara, I. & J. Fonseca. 2008. Diagnósticos sobre seguridad ciudadana en diez cantones de Costa Rica: Heredia / Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 1a ed. San José, Costa Rica. 45 p.
- Carlyle, G. C. & A. R. Hill. 2001. Groundwater phosphate dynamics in a river riparian zone: effects of hydrologic flowpaths, lithology and redox chemistry. *Journal of Hydrology* 247: 151-168.
- Cascante M., A & A. Estrada. 2001. Composición florística y estructura de un bosque húmedo premontano en el Valle Central de Costa Rica. *Rev. biol. trop.* 2001, vol.49, n.1pp. 213-225.
- Castro, R., E. Monge, C. Rocha & H. Rodríguez. 2004. “Gestión local y participativa del recurso hídrico en Costa Rica”. Centro de Derecho Ambiental y de los Recursos Naturales (CEDARENA). San Pedro, Costa Rica. 71 p.
- Ceccon, E. 2003. Los bosques ribereños y la restauración y conservación de las cuencas hidrográficas. *Ciencias* 72: 46-53.

- CEPAL 2005. División de Estadística y Proyecciones Económicas. Indicadores Sociales en América Latina y el Caribe. 82 p.
- Comisión Interinstitucional de Microcuencas de Heredia. 2005. Delimitación de zonas de protección acuífera en las microcuencas de los ríos Ciruelas, Segundo, Bermúdez, Tibás y Pará, Heredia, Costa Rica. 97 p.
- Coto, J.M., A.C. Benavides & V. Salgado. 2008. Hacia la gestión integrada del recurso hídrico en la microcuenca del río Burío- Quebrada Seca. Laboratorio de Manejo del Recurso Hídrico, Universidad Nacional. 21 p.
- Díaz, W. & J. Rosales. 2006. Análisis florístico y descripción de la vegetación inundable de Várzeas Orinoquenses en el Bajo del Río Orinoco, Venezuela. *Acta Botánica Venezolana* 29 (1): 39-68.
- Dhondt, K., P. Boeckx, N. Verdehoest, G. Hofman & O. Van Cleemput. 2006. Assessment of temporal and spatial variation of nitrate removal in riparian zones. *Environmental Monitoring and Assessment* 116: 197-215.
- Dromper, M. 2004. Sistema de evacuación y drenajes de aguas lluvias. Serie Informe económico: Libertad-desarrollo 150: 1-25
- El País. 2010. 52% de los hogares con computadora y 53% de la población usa Internet. [en línea]. Diario el País, 28 de agosto de 2010. Suplemento Nacionales. [Consultado: 12 de enero del 2008]. Disponible en Internet: <http://www.cidgallup.com/Documentos/EI%20Pais.cr%20_%20Imprimir.pdf>
- Fernández-Aláez, M.C., E. Luis & M. Fernández-Aláez. 1984. Estudio de la composición y distribución de la vegetación ribereña en la cuenca alta del río Bernesga. León. *Lirnéctica* 1: 159-168.
- Francke, S. 2003. La situación del manejo integral de las cuencas hidrográficas en Chile. Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos. Corporación Nacional Forestal. Ministerio de Agricultura de Chile. 29 p.
- Fresno, C. 2007. La importancia de la Calidad de la información en Internet para el desarrollo de una sociedad informacional. 6 p.
- García, A., J.J. Mendoza & J. Necedal. 2004. Asociaciones vegetales de los bosques del Municipio de Guanaceví, Durango. *Madera y Bosques* 10(1): 21-34.
- Generaux, D. 2004. Comparison of naturally occurring chloride and oxygen-18 as tracers of interbasin groundwater transfer in lowland rainforest, Costa Rica. *Journal of Hydrology* 295: 17-27.
- Genereux, D. & C. Pringle. 1997. Chemical mixing model of streamflow generation at La Selva Biological Station, Costa Rica. *Journal of Hydrology* 199: 319-330.

- Generaux, D.P., S.J. Wood & C.M. Pringle. 2002. Chemical tracing of interbasin groundwater transfers in the lowland rainforest of Costa Rica. *Journal of Hydrology* 258: 163-178.
- González, M. & D. García. 1998. Restauración de ríos y riberas. Fundación Conde del Valle de Salazar y Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 319 p.
- Granados, D., M.A. Hernández & G.F. López. 2006. Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo* 12 (1): 55-69.
- Grant, A., R. Oreamuno, A. Serrano & O. Vargas. 2004. Comisión sobre la problemática de inundaciones en la Vertiente Atlántica. Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica. 44 p.
- Gregory, S., S. Frederick, W. A. McKee & K. W. Cummins. 1991. An ecosystem perspective of riparian zones. Focus on links between land and water. *BioScience* 41 (8): 540-550.
- Hammel, B. 1999. Plantas ornamentales nativas de Costa Rica Native Ornamental Plants. Editorial INbio. Heredia, Costa Rica. 94 p.
- Hammel, B., Grayum M.H., Herrera, C & N. Zamora. 2004. Manual de Plantas de Costa Rica Volumen I Introducción. Missouri Botanical Garden Press. St. Louis, Missouri, Estados Unidos. 299 p.
- Huggenberger, P., E. Hoehn, R. Breschta & W. Woessner. 1998. Abiotic aspect of channels and foodplains in riparian ecology. *Freshwater Biology* 40: 407-425.
- INEC 2009. Encuesta Hogares de propósitos múltiples. [En línea]. Instituto Nacional de Estadística y Censo. [Consultado: 20 de diciembre del 2010]. Disponible en internet: <<http://www.inec.go.cr/Web/Home/GeneradorPagina.aspx>>
- Jansson, R., H. Laudon & E. Johansson. 2007. The importance of groundwater discharge for plant species number in riparian zones. *Ecology* 88(1): 131-139.
- La Gaceta. 2008. Diario Oficial. La Uruca, San José. Boletín N° 115. P 75-77.
- La Gaceta. 1996. Diario Oficial. La Uruca, San José. Boletín N° 72.
- Magaña, M.A., Bello, J. & C. Kampichler. 2008. Flora urbana y exurbana del municipio de Centro, Tabasco. Semana de divulgación y video científico 2008. Tabasco, México. 151 p.
- Merrill, A.G. & T.L. Benning. 2006. Ecosystem type differences in nitrogen process rates and controls in the riparian zone of a montane landscape. *Forest Ecology and Management* 222: 145-161.
- Morales, O. 2009. Caracterización florística y estructural de tres fragmentos boscosos secundarios en Cartago, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 2009, vol. 57 (Suppl. 1): 69-82.

- Moreno, C. M.. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, España. 84 p.
- Municipalidad de Belén. 2011. Historia del Cantón de Belén. [Consultado: 1 de febrero del 2011]. Disponible en Internet: <<http://www.belen.go.cr/canton-de-belen.html>>
- Municipalidad de San Rafael de Heredia. 2011. Datos del cantón. Estudios Generales. [Consultado: 1 de febrero del 2011]. Disponible en Internet:<<http://www.munisrh.com/home/datos-del-canton/estudios-generales>>
- Munné, A., C. Solá C. & N. Prat. 1998. QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del Agua* 175: 20-37.
- Munné, A., N. Prat, C. Solá, N. Bonada & M. Rieradevall. 2003. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index. *Habitat. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13: 147-163.
- Ojasti, J. 1993. Utilización de la Fauna Silvestre en América Latina, Situación y Perspectiva para un manejo sostenible. 254 p.
- OPS-OMS. 2007. Vivienda Saludable. Calidad de las Condiciones de Vivienda y Calidad de Vida. 16p. Alcázar J. y I. Ferrán. 1998. La vegetación de ribera de los ríos Ésera y Cinca en el tramo afectado por el vaciado del embalse de Joaquín Costa. *Limnética* 14: 373-382.
- Ortiz, L. 2009. Microcuencas urbanas necesitan restauración. [en línea]. Campus Digital Disponible en Internet: Consultado el 13 de Enero de 2011 <http://www.una.ac.cr/campus/ediciones/2009/abril/2009abril_pag08.html>
- Oviedo, E. 2007. Heredianos sufren por río que contaminaron por años. [en línea]. Periódico La Nación. 2 de diciembre de 2007. Suplemento El País. [Consultado: 10 de abril del 2008]. Disponible en internet: <http://www.nacion.com/ln_ee/2007/diciembre/02/pais1322627.html>
- Pinay, G. & H. Decamps. 1988. The role of riparian woods in regulating nitrogen fluxes between the alluvian aquifer and surface water. A conceptual model. *Regulated Rivers, Research and Management* 2: 507-516.
- Programa Estado de la Nación. 2010. Decimosexto Informe Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. Capítulo 1: Sinopsis. San José, Programa Estado de la Nación. Estado de La Nación.
- Proyecto Bandera Azul Ecológica-Mercedes Sur, Heredia. 2005. Informe Evaluativo Final Noviembre 2005. 63 p.
- Quevedo, L., Finegan, B., Peña-Claros, M., Galloway, G. & J.J. Campos. 2008. Regeneración natural, ambiente lumínico y dispersión de semillas de especies forestales heliófitas de larga vida en un bosque tropical de Bolivia. *Rev.Bol.Ecol. y Cons. Amb.* 24: 43-54.

- Ramírez, J. & R. A. Mata. 1998. Estudio de caracterización de suelos cafetaleros en la provincia de Heredia. Memoria IV Seminario Resultados y Avances de Investigación. InfoAgro. [en línea]. Disponible en Internet: <<http://www.infoagro.go.cr/Agricola/tecnologia/cafe98/Cafe5.html>>
- Rassam, D.W., C.S. Fellows, R.D. Hayr, H. Hunter & P. Bloesch. 2006. The hydrology of riparian buffer zones; two case studies in an ephemeral and a perennial stream. *Journal of Hydrology* 325: 308–324.
- Retana, N. 2008. Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo. Modificación del Plan Regulador del Cantón de Belén. Diagnóstico Físico Ambiental. 61 p.
- Rivera, I., Baldizón, I., Montero, J., Cepeda, M.F. & F. Durán. 2001. Inventario de flora y fauna en el trayecto del río María Aguilar, evaluando las especies en extinción y con propuesta de rescate, conservación y recuperación. Fundación defensores de la Naturaleza. 68 p.
- Rivera, K. 2004. Usamos Agua de Pozo. Revista electrónica de la REDLACH. Cartas de opinión, 1(1:8) 1p.
- Rodríguez, J.T. 2006. Análisis socioecológico de la vegetación ribereña en la cuenca baja del río Ayuquila. Elementos para su rehabilitación. Tesis para optar por el grado de Ingeniero en Recursos Naturales y Agropecuarios. Centro Universitario de la Costa del Sur. Universidad de Guadalajara, México. 108 p.
- Saborido, M. 1999. Ciudad y relaciones de género. Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL). 33 p.
- Sánchez, A. 2007. Acciones sociales e inundaciones en el medio urbano. *Ambientico* 169: 8-9.
- Sánchez, V. 2003. Gestión ambiental participativa de microcuencas: fundamentos y aplicación: el caso de la Quebrada Salitral Costa Rica. Ed. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 289 p.
- Schmidt, G., Arribas, T., Cavallé, A., López, A., Molina, J.R., Palacios, E., Morillo, R., Del Valle, M. & A. Ballester. 2011. Procesos de participación pública en la restauración de ríos. Manuales de Desarrollo Sostenible 10. Recuperación de Riberas. Fundación Banco Santander, España. P 49-52.
- Secretaría de Estado de Economía, Planificación y Desarrollo. 2008. Unidad Asesora de Análisis Económico y Social. "Sistemas de Indicadores sociales de la República Dominicana". 59 p.
- Soto, A. 2006. *Acnistus arborescens* (L.) Schltl (Güite). [en línea]. Disponible en Internet: Consultado el 13 de Enero de 2011 <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:HoUGsNNekrcJ:damis.inbio.ac.cr/ubis/FMPro%3FDB%3DUBIPUB.fp3%26lay%3DWebAll%26error%3Dnorec.html%26-Format%3Ddetail.html%26-Op%3Deq%26id%3D7124%26-Find+acnistus+arborescens&cd=1&hl=es&ct=clnk&source=www.google.com>>

- Suárez, M.L., Vidal-Abarca, M.R., Sánchez-Montoya, M.; Alba-Tercedor, J., Álvarez, M., Avilés, J., Bonada, N., Casas, J., Jáimez-Cuéllar, P., Munné, A., Pardo, I., Prat, N., Rieradevall, M., Salinas, M.J. Toro, M. & S. Vivas. 2002. Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: el uso del índice QBR. *Limnetica* 21(3-4): 135-148.
- Tabacchi, E., D.L. Correlli, R. Haver, G. Pinay, A.M. Planty-Tabacchi & R.C. Wissmar. 1998. Development maintenance and the role of riparian vegetation in the river landscape. *Freshwater Biology* 40: 497-516.
- Timoney, K.P., G. Peterson. & R. Wein. 1997. Vegetation development of boreal riparian plant communities after flooding, fire and logging, Peace river, Canada. *Forest Ecology and Management* 93: 101-120.
- Tisserant, A. 2008. Analyse des problèmes liés à l'érosion des berges du Río Burío – Quebrada Seca (Province de Heredia): Valorisation des données existantes et acquisition in situ. Práctica profesional. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 54 p.
- Treviño, J., C. Cavazos & O. Aguirre. 2001. Distribución y estructura de los bosques de galería en dos ríos del centro sur de Nuevo León. *Madera y Bosques* 7(1): 13-25.
- Vallejo, A. & J. Vélez 2009. La percepción del riesgo en los procesos de urbanización del territorio. *Actualidad* 3: 29-32
- Zamora, R.A. 2002. Diagnóstico físico-natural y características del uso de la tierra de la microcuenca del río Burío y su tributario Quebrada Seca Heredia, Costa Rica. Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Geografía con énfasis en Planificación Territorial de los Recursos Naturales y del Ambiente. Escuela de Ciencias Geográficas. Universidad Nacional. 113 p.

7. Anexos

Anexo I. Índice de Calidad de Riberas (QBR).

QBR INDEX Riparian habitat quality

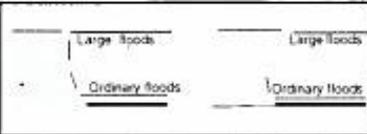
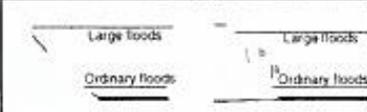
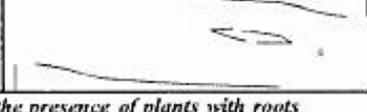
Score of each part cannot be negative or exceed 25

		Station			
		Date	Section 1 Score		
Section 1: Total riparian cover					
Score					
25	>80% of riparian cover (excluding annual plants)				
10	50–80% of riparian cover				
5	10–50% of riparian cover				
0	<10% of riparian cover				
+ 10	If connectivity between the riparian forest and the woodland is total				
+ 5	If the connectivity is higher than 50%				
- 5	Connectivity between 25% and 50%				
- 10	Connectivity lower than 25%				
Section 2: Cover structure					
Section 2 Score					
Score					
25	>75% of tree cover				
10	50–75% of tree cover or 25–50% tree cover but 25% covered by shrubs				
5	Tree cover lower than 50% but shrub cover at least between 10% and 25%				
0	<10% of either tree or shrub cover				
+ 10	At least 50% of the channel has helophytes or shrubs				
+ 5	If 25–50% of the channel has helophytes or shrubs				
+ 5	If trees and shrubs are in the same patches				
- 5	If trees are regularly distributed and shrubland is >50%				
- 5	If trees and shrubs are distributed in separate patches, without continuity				
- 10	Trees distributed regularly, and shrubland <50%				
Section 3: Cover quality (the geomorphological type should be first determined^a)					
Section 3 Score					
Score		Type 1	Type 2	Type 3	
25	Number of native tree species	>1	>2	>3	
10	Number of native tree species	1	2	3	
5	Number of native tree species	0	1	1–2	
0	Absence of native trees	-			
+ 10	If the tree community is continuous along the river and covers at least 75% of the edge riparian area				
+ 5	The tree community is nearly continuous and covers at least 50% of the riparian area				
+ 5	If the riparian community is structured in gallery				
+ 5	When the number of shrub species is	>2	>3	>4	
- 5	If there are some man-made buildings in the riparian area				
- 5	If there are some isolated species of non-native ^b trees				
- 10	Presence of communities of non-native ^b trees				
- 10	Presence of garbage				
Section 4: Channel alteration					
Section 4 score					
Score					
25	Unmodified river channel				
10	Fluvial terraces modified and constraining the river channel				
5	Channel modified by rigid structures along the margins				
0	Channelized river				
- 10	River bed with rigid structures (e.g., wells)				
- 10	Transverse structures into the channel (e.g., weirs)				

Final score (sum of four section scores)

⁴ **Type of the riparian habitat (to be applied at level 3, cover quality)**

The score is obtained by addition of the scores assigned to left and right river margins according to their slope. This value can be modified if islands or hard substrata are present.

<i>Slope and form of the riparian zone</i>	<i>Score</i>	
	Left	Right
Very steep, vertical or even concave (slope >75°). very high margins are not expected to be exceeded by floods. <i>Slope is the angle subtended by the line between the top of the riparian area and the edge of the ordinary flooding of the river.</i>		6 6
Similar to previous category but with a bankfull which differentiates the ordinary flooding zone from the main channel.		5 5
Slope of the margins between 45° and 75°, with or without steps. (<i>a</i> > <i>b</i>)		3 3
Slope between 20° and 45°, with or without steps. (<i>a</i> < <i>b</i>)		2 2
Slope <20°, large riparian zone.		1 1
<i>Presence of one or several islands in the river</i>		
Width of all the islands "a" > 5 m.		- 2
Width of all islands "a" < 5 m.		- 1
<i>Percentage of hard substrata that can make impossible the presence of plants with roots</i>		
> 80%		Not applicable
60 - 80%		+ 6
30 - 60%		+ 4
20 - 30%		+ 2

Total Score

Geomorphological type according to the total score

>8	Type 1	Closed riparian habitats. Riparian trees, if present, reduced to a small strip. Headwaters.
5 - 8	Type 2	Headwaters or midland riparian habitats. Forest may be large and originally in gallery.
<5	Type 3	Large riparian habitats, and potentially extensive forests. Lower courses.

Anexo 2. Índice de Calidad de Riberas modificado (QBRm).

Índice QBRm

La estación de cada uno de los apartados no puede ser negativa ni exceder de 12.5.

Estación	
Observador	
Fecha	

Tramo observado a partir del punto de acceso al río

Aguas arriba	
Aguas abajo	

A) GRADO DE COBERTURA DE LA RIBERA.

Puntaje	
12.5	>80% de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se cuentan)
5	50-80% de cubierta vegetal de la zona de ribera
2.5	10-50% de cubierta vegetal de la zona de ribera
0	<10% de cubierta vegetal de la zona de ribera
+5	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total
+2.5	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%
-2.5	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente está entre el 25 y el 50%
-5	Si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%

B) ESTRUCTURA DE LA COBERTURA

Puntaje	
12.5	Recubrimiento de arboles superior al 75%
5	Recubrimiento de arboles entre el 50 y el 75% o el recubrimiento de arboles entre el 25 y el 50% y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25%
2.5	Recubrimiento de arboles inferior al 50% y el resto de la cubierta con arbustos entre el 10 y el 25%
0	Sin árboles y con arbustos por debajo del 10%
+5	Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50%
+2.5	Si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos está entre el 25 y el 50%
+2.5	Si existe una buena conexión entre la zona de arbusto y la de arboles con sotobosque.
-2.5	Si existe una distribución regular (linealidad) de los árboles y el sotobosque que recubre más del 50%
-2.5	Si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad
-5	Si existe una distribución regular (linealidad) de los árboles y el sotobosque que recubre menos del 50%

C) CALIDAD DE LA COBERTURA

(Este bloque depende del tipo geomorfológico de la Ribera)

Puntaje		Tipo ⁺	Tipo ⁺⁺	Tipo ⁺⁺⁺
12.5	Número de especies diferentes de árboles autóctonos	>1	>2	>3
5	Número de especies diferentes de árboles autóctonos	1	2	3
2.5	Número de especies diferentes de árboles autóctonos	-	1	1-2
0	Sin árboles autóctonos			
+5	Si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial en más del 75% del tramo			
+2.5	Si la comunidad forma una franja longitudinal continua adyacente al canal fluvial entre 50-75% de la longitud del tramo.			
+2.5	Si las diferentes especies se disponen en bandas paralelas al río			
-2.5	Si existen estructuras construidas por el ser humano.			
-2.5	Si existe alguna especie introducida e aislada			
-5	Si existen especies alóctonas formando comunidades			
-5	Si existe vertido de desperdicios.			

Tipo geomorfológico de acuerdo con el puntaje total.

Tipo 1	Hábitats ribereños cerrado, Si existen árboles ribereños, éstos están reducidos a una pequeña franja.
Tipo 2	Hábitats ribereños de altitud intermedia. El bosque puede ser grande y originalmente en galería.
Tipo 3	Hábitats ribereños grandes, y bosque potencialmente extensos.

D) GRADO DE NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL

Puntaje	
12.5	El canal del río no ha sido modificado
5	Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
2.5	Signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
0	Río canalizado en la totalidad del tramo
-5	Si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
-5	Si existe alguna presa u otra infraestructura transversal en el lecho del río

E) ZONA DE PROTECCIÓN AL RÍO Y USO DE LA MICROCUENCA

Puntaje	
12.5	Si existe más del 75% de cumplimiento de zona de protección del río.
5	Si existe 50-74% de cumplimiento de zona de protección del río
2.5	Si existe 25-49% de cumplimiento de zona de protección al río.
0	Si existe menos del 25% de cumplimiento de zona de protección al río.
+5	Si se utiliza el río en actividades económicas y recreativas.
+2.5	Si se utiliza el río sólo en actividades económicas o sólo en actividades recreativas.
-2.5	Si no se utiliza el río para actividades económicas ni recreativas.

F) SISTEMAS DE SANEAMIENTO AMBIENTAL

Puntaje	
12.5	Existencia de más del 90% de sistemas de tratamiento de aguas residuales para hogares pertenecientes a la microcuenca.
5	Existencia entre el 81 y el 89% de sistemas de tratamiento de aguas residuales para hogares pertenecientes a la microcuenca.
2.5	Existencia entre el 75 y el 80% de sistemas de tratamiento de aguas residuales para hogares pertenecientes a la microcuenca.
0	Existencia de menos del 75% de sistemas de tratamiento de aguas residuales para hogares pertenecientes a la microcuenca.
+5	Existencia de alcantarillado pluvial en un porcentaje mayor al 75% en hogares pertenecientes a la microcuenca.
+2.5	Existencia de alcantarillado pluvial entre el 50 y el 75% en hogares pertenecientes a la microcuenca.
-2.5	Existencia de alcantarillado pluvial entre el 25 y el 49% en hogares pertenecientes a la microcuenca.
-5	Existencia de alcantarillado pluvial en un porcentaje menor al 25% en hogares pertenecientes a la microcuenca.

Anexo 3. Estructura de la entrevista aplicada.

Encuesta para el proyecto: “Estado de la vegetación ribereña de la microcuenca del río Burío-Quebrada Seca y río Bermúdez, Heredia Rica.”



Costa

Encuestadores: Fabián Araya Yannarella / Allan Fernández Hernández

Fecha: _____ Lugar: _____

Sexo: M () F ()

Edad: 20-30 () 31-40 () 41-50 () >50 ()

Ocupación: _____

Casa de habitación () Empresa ()

A) Condiciones económicas y recreativas

1) La casa de habitación (empresa) en la cual usted reside (trabaja) es:

Alquilada (o) () Propia (o) () Otra () _____

2) ¿Con cuántas personas convive usted? / ¿Cuántas personas trabajan en su empresa?

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () >5 ()

3) ¿Hace cuánto tiempo vive (se encuentra) en la zona?

< 1 año () 1-10 años () 11-20 años () >20 años ()

4) El tamaño de su casa de habitación (local comercial) es de aproximadamente:

0-30 m² () 30-50 m² () 50-70 m² () >70 m² ()

5) ¿A qué distancia se encuentra su casa (local comercial) del río Burío?

0-5 m () 6-10 m () 11-15 m () 16-20 m () >20 m ()

6) ¿Realiza usted o alguien de su familia (trabajo) alguna actividad en la cual utilice el río para alimento, trabajo, riego, consumo, lavar la ropa o los trastos, etc?

Si () ¿Para qué? _____ No ()

- 7) **¿Realiza usted o alguien de su familia (trabajo) alguna actividad recreativa en el río o en sus alrededores?**

Si () ¿Cuál (es)? _____ No () (Pase preg 8)

- 8) **¿Conoce de otras personas que realicen actividades recreativas en el río o en sus alrededores?**

Si () ¿Cuál (es)? (Pase preg 9) _____ No ()

- 9) **¿Con que frecuencia realizan las actividades?**

7 d/semana () 5-6 d/semana () 3-4 d/semana () 1-2 d/semana ()

B) Sistemas de saneamiento ambiental

- 1) **¿Cuenta con un adecuado sistema de evacuación de aguas pluviales (sistemas de alcantarillado)?**

Si () No () (Pase preg 2)

- 2) **¿A dónde son depositadas las aguas pluviales?**

- 3) **¿Cuenta con sistemas de evacuación de aguas negras?**

Si () No ()

C) Servicios básicos: teléfono, agua, electricidad e internet

- 1) **Cuenta con servicio de agua para consumo humano:**

Si () (Pase preg 2) No ()

- 2) **¿Cómo califica este servicio?**

Bueno () Regular () Malo ()

- 3) **¿Conoce de algún caso, ya sea en su casa o en otras en que el agua llega o haya llegado contaminada o sucia?**

Si () (Pase preg 4) No ()

4) ¿Conoce (ció) el origen del problema?

Si () ¿Cuál es (era)? _____ No ()

5) ¿Cuenta con servicio eléctrico?

Si () No ()

6) ¿Cuenta con servicio de internet?

Si () No () En ocasiones () Días/semana _____

7) ¿Recibe el servicio de recolección de basura?

Si () Días/semana _____ No ()

D) Percepción

1) ¿Cómo describiría usted el sistema Burío-Quebrada Seca?

Microcuenca () Río () Quebrada () Acequia () Caño ()

2) ¿Cuáles son los principales riesgos que sufre su comunidad con respecto al río?

3) ¿Conoce de animales silvestres que utilicen el río?

Si () ¿Cuál (es)? _____ No ()

4) ¿Qué grado de contaminación considera usted que tiene el río Burío-Quebrada Seca?

Ninguno () (Pase preg 6) Bajo () Alto () Muy alto ()

5) ¿Qué tipo de desechos llegan al río principalmente?

6) **¿Ha participado en programas de conservación de la microcuenca del río Burío-Quebrada Seca?**

Si () No ()

7) **¿Estaría dispuesto a participar de un programa de conservación de la microcuenca del río Burío-Quebrada Seca?**

Si () No ()

8) **¿Piensa usted que se debería de conservar el bosque alrededor del río Burío-Quebrada Seca?**

Si () No ()

¿Por qué? _____

Anexo 4. Lista de las 95 especies encontradas a lo largo de la Microcuenca del Río Burio-Quebrada Seca, clasificadas según familia, nombre común, origen y hábito de crecimiento.

Especie	Familia	Nombre común	Origen	Hábito de crecimiento*
<i>Astronium graveolens</i> Jacq	Anacardiaceae	Ron ron	Nativa	árbol pequeño
<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	Mango	Exótica	árbol
<i>Spondias purpurea</i> L.	Anacardiaceae	Jocote	Exótica	árbol
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Anacardiaceae	Marañón	Exótica	árbol
<i>Annona cherimola</i> Mill.	Annonaceae	Anona / Cherimoya	Nativa	árbol pequeño
<i>Annona</i> sp.	Annonaceae		Nativa	árbol pequeño
<i>Stemmadenia litoralis</i> (Kunth) L. Allorge	Apocynaceae	Huevos de caballo	Nativa	árbol
<i>Monstera</i> sp.	Araceae	Mano de tigre	Nativa	planta trepadora
<i>Dieffenbachia amoena</i> hort.	Araceae	Dieffenbaquia	Nativa	herbácea
<i>Oreopanax xalapensis</i> Kunth Decne & Planch.	Araliaceae	Fosforilo	Nativa	árbol
<i>Schefflera</i> sp.	Araliaceae	Cheflera	Nativa	árbol pequeño
<i>Cocos nucifera</i> L.	Arecaceae	Palo de pipa / cocotero	Exótica	etapa juvenil
<i>Cordyline</i> sp.	Astelaceae	Cordiline	Exótica	arbusto
<i>Montanoa hibiscifolia</i> Benth	Asteraceae	Montanoa	Nativa	arbusto
<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	Asteraceae	Pincelillo	Nativa	herbácea
<i>Impatiens walleniana</i> Hook. f.	Balsaminaceae	China	Exótica	herbácea
<i>Begonia</i> sp.	Begoniaceae	Begonia	Nativa	herbácea
<i>Spathodea campanulata</i> P. Beauv.	Bignoniaceae	Llama del bosque	Exótica	árbol pequeño
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	Bignoniaceae	Roble sabana	Nativa	árbol
<i>Tecoma stans</i> (L.) C.Juss. ex Kunth	Bignoniaceae	Vainillo	Nativa	árbol
<i>Ehretia latifolia</i> DC.	Boraginaceae	Raspaguacal	Nativa	árbol
<i>Carica papaya</i> L.	Carcaceae	Papaya	Nativa	árbol
<i>Cecropia</i> sp.	Cecropiaceae	Guarumo	Nativa	árbol pequeño
<i>Tradescantia zebrina</i> Hort ex Bosse	Commelinaceae	Cucaracha	Nativa	herbácea
<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché	Cucurbitaceae	Ayote	Nativa	herbácea
<i>Sechium edule</i> (Jacq.) Sw.	Cucurbitaceae	Chayote	Nativa	planta trepadora
<i>Cupressus</i> sp.	Cupressaceae	Ciprés	Exótica	árbol
<i>Dracaena fragans</i> (L.) Ker Gawl.	Dracaenaceae	Caña india	Exótica	arbusto
<i>Croton niveus</i> Jacq.	Euphorbiaceae	Colpachi	Nativa	árbol
<i>Croton draco</i> Cham. & Schtdl.	Euphorbiaceae	Targuá	Nativa	árbol pequeño
<i>Croton</i> sp.	Euphorbiaceae	Targuá	Nativa	árbol
<i>Croton</i> sp.	Euphorbiaceae	Targuá	Nativa	árbol
<i>Croton xalapensis</i> Kunth	Euphorbiaceae	Targuá	Nativa	árbol
<i>Ricinus communis</i> L.	Euphorbiaceae	Higuera	Nativa	arbusto
<i>Senna papillosa</i> (Britton & Rose) H.S. Irwin & Bameby	Fabaceae / Caesalpinioideae	Vainillo	Nativa	árbol
<i>Senna</i> sp.	Fabaceae / Caesalpinioideae	Saragundi	Nativa	arbusto
<i>Calliandra calothyrsus</i> Meisn.	Fabaceae / Mimosoideae	Calliandra	Nativa	arbusto
<i>Inga oerstediana</i> Benth. ex Seem	Fabaceae / Mimosoideae	Cuajiniquil peludo / Cuajiniquil colorado	Nativa	árbol
<i>Inga punctata</i> Willd.	Fabaceae / Mimosoideae	Cuajiniquil	Nativa	árbol
<i>Cajoba arborea</i> (L.) Britton & Rose	Fabaceae / Mimosoideae	Lorito	Nativa	árbol
<i>Inga</i> sp.	Fabaceae / Mimosoideae	Guaba	Nativa	árbol
<i>Inga vera</i> Willd.	Fabaceae / Mimosoideae	Guaba	Nativa	árbol
<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	Fabaceae / Mimosoideae	Cenizaro	Nativa	árbol
<i>Albizia adnocaepala</i> (Donn Sm) Britton & Rose	Fabaceae / Mimosoideae	Gavilancillo	Nativa	árbol pequeño
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Fabaceae / Mimosoideae	Jacaranda	Exótica	árbol
<i>Leucaena multicaupula</i> Schery	Fabaceae / Mimosoideae		Nativa	árbol pequeño
<i>Lonchocarpus oliganthus</i> F. J. Herm	Fabaceae / Papilionoideae		Nativa	árbol
<i>Diphysa americana</i> (Mill.) M. Sousa	Fabaceae / Caesalpinioideae	Guachipelin	Nativa	árbol
<i>Erythrina</i> sp.	Fabaceae / Papilionoideae	Poró extranjero	Exótica	árbol
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp.	Fabaceae / Papilionoideae	Madero negro	Nativa	árbol
	Fabaceae / Papilionoideae		Nativa	herbácea
<i>Heliconia</i> sp.	Heliconiaceae	Platanilla	Nativa	herbácea
<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae	Aguacatillo	Nativa	árbol
<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae	Aguacate	Nativa	árbol
	Lauraceae		Nativa	árbol
<i>Malpighia glabra</i> L.	Malpighiaceae	Júpiter	Nativa	árbol
<i>Malvastrum arboreum</i> Cav.	Malvaceae	Amapola	Nativa	arbusto
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lamarck	Malvaceae	Guácimo	Nativa	árbol
<i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don	Melastomataceae	Lengua de vaca	Nativa	árbol
<i>Miconia</i> sp.	Melastomataceae		Nativa	árbol
<i>Tinchilia havanensis</i> Jacq.	Meliaceae	Uruca	Nativa	árbol
<i>Ficus pertusa</i> L. f.	Moraceae	Higuerón	Nativa	árbol pequeño
<i>Ficus benjamina</i> L.	Moraceae	Higuerón	Exótica	árbol
<i>Ficus costaricana</i> (Liebm.) Miq.	Moraceae	Higuerón	Nativa	árbol
<i>Ficus elastica</i> Roxb.	Moraceae	Higuerón	Exótica	árbol pequeño
<i>Ficus</i> sp.	Moraceae	Higuerón	Nativa	árbol pequeño
<i>Ficus morazaniana</i> W.C. Burger	Moraceae	Higuerón	Nativa	árbol
<i>Musa</i> sp.	Musaceae	Plátano / Banano	Exótica	herbácea
<i>Eucalyptus</i> sp.	Myrtaceae	Eucalipto	Exótica	árbol
<i>Psidium friedrichthalianum</i> (Oberg.) Nied.	Myrtaceae	Cas	Nativa	árbol pequeño
<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae	Guayaba	Nativa	árbol pequeño

*El hábito de crecimiento es clasificado con respecto a cómo se encontraron las especies en el campo.