

Universidad Nacional Experimental
de los Llanos Occidentales
"EZEQUIEL ZAMORA"



LA UNIVERSIDAD QUE SIEMBRA

INTEGRIDAD BIÓTICA Y CONSERVACIÓN DE LAS
COMUNIDADES DE PECES EN LOS RÍOS HUEQUE Y
RICOA, ESTADO FALCÓN, VENEZUELA.

Autor: HENRY DARÍO AGUDELO ZAMORA
Tutor: CRÍSPULO MARRERO

Guanare, 2009

**Universidad Nacional Experimental
de los Llanos Occidentales
"EZEQUIEL ZAMORA"**

**Vicerrectorado de Producción Agrícola
Coordinación de Área de Postgrado
Postgrado Manejo de Fauna Silvestre**



TITULO DEL TRABAJO

**INTEGRIDAD BIÓTICA Y CONSERVACIÓN DE
LAS COMUNIDADES DE PECES EN LOS RÍOS
HUEQUE Y RICOA, ESTADO FALCÓN,
VENEZUELA.**

Requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiarum

AUTOR: HENRY DARÍO AGUDELO ZAMORA

C.I: 94. 505. 471 Colombia

TUTOR: CRÍSPULO MARRERO

GUANARE, JUNIO 2009

DEDICATORIA

Para mi Abuelo Hernán Martínez y para
mi mama Betty Zamora por inculcarme
lo valioso que es la vida académica y
haber sembrado esta hermosa semilla

AGRADECIMIENTOS

- Al Altísimo, por permitirme aprender en cada paso de mi vida.
- A mi familia por soportar y apoyar cada uno de mis proyectos, madre eres lo mejor.
- A mi familia adoptiva, la familia Camberos Muñoz, por ser tan especiales, por ayudarme cada día que pase en Guanare y permitirme conocer lo hermoso y valioso de Venezuela.
- A Douglas Rodríguez por permitirme ser parte de su proyecto y ayudarme en todo cuando requería consejos, explicaciones ecológicas y de la vida.
- A Donald Taphorn por haberme enseñado lo fascinante de la ictiología, además de brindarme su amistad y cariño.
- A mis amigos y colegas Jorge Coronel y Ahyran Amaro quienes se dieron ciento por ciento y no escatimaron en atenciones y palabras tanto en Guanare como en Barquisimeto.
- A Hector Rivera por apoyarnos y ser tan franco en cada salida de campo.
- A los profesores del posgrado quienes creyeron en este licenciado durante el proceso de formación en la maestría.
- A Ana Lucia Pérez por haberme ayudado tanto en Venezuela como en Colombia y haber aprendido algunas cosas sobre la vida a su lado.
- A todos aquellos que de una u otra forma han hecho parte de este proyecto.

CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN	9
ANTECEDENTES	12
BIODIVERSIDAD DE PECES DE LA REGIÓN	12
INTEGRIDAD BIÓTICA.....	12
MANEJO DE LOS RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS	14
OBJETIVO GENERAL.....	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
ÁREA DE ESTUDIO	17
GEOLOGÍA, RELIEVE E HIDROGRAFÍA	17
CUENCA DEL RÍO RICOA.....	22
CLIMA Y VEGETACIÓN.....	22
USOS DE LA TIERRA.....	23
LOCALIDADES DE MUESTREOS	28
PECES.....	28
USOS DE LA TIERRA	31
HÁBITAT (EVALUACIÓN APARENTE DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN).....	31
PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS.....	32
ÍNDICE DE INTEGRIDAD BIÓTICA - IBI.....	32
RIQUEZA Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES	36
ABUNDANCIA.....	39
DIVERSIDAD.....	40
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	51
DISCUSIÓN	58
RIQUEZA Y COMPOSICIÓN DE ESPECIES	58
DISTRIBUCIÓN.....	59
CONSERVACIÓN APARENTE VERSUS DIVERSIDAD.....	61
ÍNDICE DE INTEGRIDAD BIÓTICA.....	65
IMPLICACIONES DE MANEJO Y RECOMENDACIONES	69
CONCLUSIONES	72
REFERENCIAS.....	74
ANEXOS	88

LISTA DE TABLAS

Pag.

Tabla 1. Características de los ríos y afluentes de las cuencas Hueque-Ricoa.	22
Tabla 2. Especies de vegetación presente en el área de estudio.	26
Tabla 3. Especies de peces, su hábitat, el grupo trófico, tolerancia, distribución y la cuenca en la que fue capturado (Hueque o Ricoa).	39
Tabla 4. Lista de las especies reportadas en el estudio por abundancia relativa con su clasificación y la clase de distribución en las cuencas Hueque y Ricoa.	44
Tabla 5. Valores de riqueza y diversidad íctica en las estaciones de muestreo en las cuencas de los ríos Hueque y Ricoa.	46
Tabla 6. Valores obtenidos en la evaluación aparente del hábitat.	48
Tabla 7. Criterios para el puntaje de las medidas del índice de integridad biótica para las estaciones de la cuenca Hueque.	50
Tabla 8. Criterios para el puntaje de las medidas del índice de integridad biótica para las estaciones de la cuenca Ricoa.	50
Tabla 9. Valores del análisis de componentes principales (ACP), con el porcentajes explicados de la variancia, la varianza acumulada asociada con los primeros cuatro ejes.	54
Tabla 10. Valores de los seis vectores para cada una de las variables ambientales (var. Amb).	55

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Ubicación relativa del área de estudio, con las estaciones de muestreo en las cuencas Hueque-Ricoa, Estado Falcón.	20
Figura 2. Promedio de temperatura (mínima y máxima) y precipitación anual, en 14 puntos en sentido de sur al norte en el área de estudio en el estado falcón (tomado de hijmans et al. 2005a).	25
Figura 3. Mapa del uso de tierra en el área de estudio.	29
Figura 4. Estaciones de muestro de las cuencas Hueque (a) y Ricoa (b).	31
Figura 5. Procedimiento para el cálculo e interpretación del IBI.	37
Figura 6. Curva de saturación en muestras estandarizadas por el sistema de electropesca para peces de agua dulce.	40
Figura 7. Relación funcional entre la riqueza de especies dulceacuícolas y la altitud (m.s.n.m) de las cuencas a) Hueque y b) Ricoa.	43
Figura 8. Abundancia relativa de todas las especies presentes en las cuencas de los ríos Hueque y Ricoa, durante los periodos 2005 y 2006.	45
Figura 9. Relación entre el índice de diversidad de shannon (h') y la riqueza (s) de especies en las diferentes estaciones de muestreo de las cuencas Hueque y Ricoa.	47
Figura 10. Valores de cada una de las medidas evaluadas por el IBI, por cuenca y estación.	56
Figura 11. Valores promedio del índice de integridad biótica para las estaciones de muestreo de las cuencas Hueque y Ricoa en la serranía de San Luís.	57
Figura 12. Análisis cluster basado en la similitud por la presencia y/o ausencia de los peces en las estaciones de muestreo de las cuencas Hueque y Ricoa.	58
Figura 13. Análisis de componentes principales para las variables de hábitat en las estaciones seleccionadas.	59
Figura 14. Relación entre el IBI y la evaluación aparente del hábitat en las dos cuencas estudiadas, durante los años 2005 y 2006.	65
Figura 15. Relación entre la evaluación aparente del hábitat y la riqueza de especies hallada en las cuencas Hueque y Ricoa durante los años 2005 y 2006.	65

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS
OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"
VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA
COORDINACIÓN DE ÁREA DE POSTGRADO
MAESTRÍA MANEJO DE FAUNA SILVESTRE

**INTEGRIDAD BIÓTICA Y CONSERVACIÓN DE LAS COMUNIDADES DE
PECES EN LOS RIOS HUEQUE Y RICOA, ESTADO FALCÓN, VENEZUELA.**

AUTOR: HENRY DARÍO AGUDELO ZAMORA

TUTOR: CRÍSPULO MARRERO

AÑO: 2009

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó la adaptación del Índice de Integridad Biótica o IBI, desarrollado por Karr (1981). Este fue usado para comparar la calidad de las aguas y el estado actual de conservación de dos cuencas en el Oeste del estado Falcón (Venezuela). Fueron capturadas 24 especies, donde los Characiformes y Siluriformes tuvieron la mayor representatividad. Se observó que más del 50 % de las especies presenta una distribución dispersa. Se presentaron relaciones significativas entre la abundancia de especies y la altura. La especie que abundo en ambas cuencas fue *Astyanax viejita* y las menos abundantes *Caquetaia kraussii*, *Synbranchus marmoratus* y *Awaous banana*; esta ultima especie anfídroma. Valores moderados de diversidad fueron obtenidos en todas las estaciones. Fueron clasificadas como marginales más del 70 % de las estaciones en calidad ambiental. Fue hallada una alta correlación entre el estado del hábitat y la riqueza. Se determino que el IBI resulta poco sensible con menos de cinco especies en sus medidas. En el 66 % de los sitios la integridad fue regular y el 34 % restante fue pobre. No fueron halladas diferencias estadísticas ($H= 3,5526$; $P>0,05$) entre los valores del IBI para ambas cuencas.

Palabras claves: Integridad Biótica, Comunidades de peces, Estado Falcón, Venezuela

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS
OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"

VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

COORDINACIÓN DE ÁREA DE POSTGRADO

MAESTRÍA MANEJO DE FAUNA SILVESTRE

**CONSERVATION AND BIOTIC INTEGRITY OF FISH COMMUNITIES OF
THE HUEQUE AND RICOA RIVERS, FALCÓN STATE VENEZUELA.**

AUTOR: HENRY DARÍO AGUDELO ZAMORA

TUTOR: CRÍSPULO MARRERO

AÑO: 2009

ABSTRACT

In the present work was carried out adapting the Biotic Integrity Index, or IBI, developed by Karr (1981). This was used to compare water quality and the current state of conservation of two basins in the western of the Falcón state (Venezuela). 24 species were captured, where Characiformes and Siluriformes had the highest representation. It was noted that over 50% of the species has a scattered distribution. Significant relationships are presented between species abundance and the altitude. *Astyanax viejita* was the more abundant species in both basins and the less *Caquetaia kraussii*, *Synbranchus marmoratus* and *Awaous banana*; that species are anfidromous. Moderate values of diversity were obtained in all seasons. Were classified as marginal over 70% of the stations in environmental quality. A high correlation was found between the habitat status and richness. It was determined that the IBI is not very sensitive with less than five species in their measures. In 66% of the sites the integrity was regular and 34% of them were poor. No statistical differences were found ($H = 3.5526$, $P > 0.05$) between the values of the IBI for both basins.

Key words: Biotic Integrity, Fish communities, Falcón state, Venezuela

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas lóticos contienen una gran variedad de ambientes y hábitat que dan cobijo a comunidades complejas de especies animales y vegetales. Estos ecosistemas juegan un papel importante en la continuidad del ciclo del agua, y en el transporte de minerales y nutrientes desde su nacimiento hasta el mar (Allan y Flecker 1993, Allan 2004). Márquez (2003) indica que esta variedad y complejidad en los ecosistemas propicia las condiciones especiales para la vida, la organización de las estructuras y procesos ecológicos básicos (los flujos de energía, mantenimiento de los equilibrios ecológicos, mantenimiento de la biodiversidad y las sucesiones). De acuerdo con lo anterior, los hidrosistemas fluviales constituyen un tipo fundamental de ecosistema caracterizados por el movimiento continuo de sus aguas. Un rasgo importante de los hidrosistemas es el gradiente longitudinal y altitudinal (Welcomme 1992), que determinan diferencias entre las biotas y los flujos de energía entre las partes altas y bajas de una cuenca, el cual puede verse como un continuo que varía a medida que desciende, mostrando mayor complejidad y madurez en las cuencas bajas.

La mayoría de los ríos en la actualidad, tienen diversos tipos de impactos como es el caso de los ríos como fuente alimentaria (recursos pesqueros); del mismo modo están las zonas de anegamiento las cuales son objeto de una fuerte demanda para una amplia gama de actividades en el área de la construcción. Más aun, el control de las crecidas es uno de los principales objetivos perseguidos en la ordenación de las cuencas fluviales (establecimiento de presas, diques, canales) (Welcomme 1992, Mago-Leccia y Marín 2004). No obstante, estas actividades generan una gran cantidad de impactos negativos para el mantenimiento de la diversidad (Rodríguez 2001a, Arthington *et al.* 2007). Usma *et al.* (2003) mencionan algunas actividades que perjudican el río La Vieja en la cuenca Cauca-Magdalena en Colombia, Townsend y Edwards (2003) hacen lo mismo en un río australiano, y en Venezuela Chernoff *et al.* (2003) describen algunos impactos que han sido generados para la cuenca del río Caura, al mismo tiempo Mago-Leccia y Marín (2004) y Rodríguez-Olarte *et al.* (2006b) indican algunos impactos para la vertiente Caribe del país, en donde los autores antes mencionados indican la profunda

alteración que han sufrido un gran número de ríos en el régimen hidrológico de la vertiente Caribe. De esta forma, se impactan los patrones ecológicos los que incluyen la obstrucción de las migraciones de la íctiofauna. Muchas de estas regiones presentan pérdidas de la biodiversidad, debido a perturbaciones puntuales tales como la deforestación (Books *et al.* 1997, Allan *et al.* 2001), los desechos urbanos, industriales, la siembra extensiva y la ganadería (Machado-Allison 1994), así como la creación de nuevas vías y presas (Lessard y Hayes 2003, WWF 2004, Camargo *et al.* 2005, Habit *et al.* 2006); de la misma forma actúan la introducción de especies exóticas y disminución de la diversidad genética (Allan y Flecker 1993, Karr y Chu 1999, Rodríguez 2001a Caiola *et al.* s.f., Pérez *et al.* 2003, Jamieson *et al.* 2006, Habit *et al.* 2006). Por otro lado, la comercialización de especies para acuarios extraídas del medio natural resulta ser una técnica frecuentemente usada en muchos de los países latinoamericanos, que genera alteraciones tanto al hábitat como a la diversidad (Royero y Lasso 1992, López-Rojas y Bonilla-Rivero 2000, Taphorn 2006, Rodríguez 2001b).

Adicional a todo lo anterior, el crecimiento exponencial que ha experimentado la población humana en las últimas décadas ha demostrado los efectos desastrosos que sufre el medio natural, lo que se expresa claramente en la pérdida de la biodiversidad y en los procesos de extinción (López-Rojas y Bonilla-Rivero 2000, Deguise y Kerr 2005). Esta pérdida es particularmente patente en los ambientes acuáticos, los cuales han recibido poca atención respecto a los terrestres, aun cuando la degradación física, química y biológica de los ambientes acuáticos es ampliamente reconocida como un problema mayor (Velásquez y Vega-Cendejas 2004, Clavero *et al.* 2004, Arrington y Winemiller 2005, Welcomme *et al.* 2006, Pinto *et al.* 2006).

La cuencas altas de los ríos Latinoamericanos presentan una alta intervención antrópica lo que produce un deterioro progresivo de los recursos naturales a consecuencia del mal manejo del uso pecuario y agrícola a la que están sometidas (Allan *et al.* 2001, Camargo *et al.* 2005). El uso indiscriminado de la tala y quema utilizada por la ganadería de doble propósito en el avance de la frontera de potreros, agricultura de subsistencia y minería, ha ocasionado la degradación de los suelos por la eliminación de la cobertura natural, lo que

genera procesos erosivos y por consiguiente arrastre de sedimentos que progresivamente afectan en la calidad y distribución del agua en las mismas tierras (CAF 2000, Mol y Ouboter 2004).

Como respuesta a las anteriores alteraciones ha surgido la necesidad de realizar diversos tipos de monitoreo de los recursos biológicos con el propósito de detectar cambios significativos en la abundancia del recurso, entender las razones que provocan esos cambios, determinar los efectos del manejo sobre la dinámica de las poblaciones y comunidades, y sugerir modelos aplicables en las investigaciones, en el ámbito mundial (Karr 1981, López-Rojas y Bonilla-Rivero 2000, Clavero *et al.* 2004).

ANTECEDENTES

Biodiversidad de peces de la región

Mago-Leccia (1970) reportó para la cuenca Caribe (ríos Hueque, Tocuyo, Yaracuy, Tuy, Unare, Neveri y Manzanares) alrededor de 48 especies. Para Lasso *et al.* (2004) la cuenca del Caribe es la tercera región del país con mayor número de riqueza íctica (194 especies), donde los anteriores autores indican que la mayoría de la ictiofauna presenta características estuarino-marinas, como fue asegurado por Mago-Leccia (*op cit*). Por otra parte, Moscó (1990) reconoció para el estado Falcón la presencia de 48 especies, de las cuales cuatro son introducidas, cinco son periféricas y las restantes son compartidas por los drenajes de los estados Zulia, Táchira, Mérida y Trujillo. De la misma forma, Campo y González-Fernández (1998) registran 18 especies para la cuenca del río Mitare y 14 para el río Remedios (cuenca del río Hueque). Por último Rodríguez-Olarte *et al.* (2006a, 2006b, 2007b) registraron en los ríos de la sierra de Aroa y la cuenca del río Tocuyo, de 37 a 60 especies y en algunos drenajes del estado Falcón 45 especies (peces marinos y dulceacuícolas). Los anteriores autores señalan la importancia de la cuenca de Aroa como núcleo de endemismos, como lo demuestran los hallazgos de Vari *et al.* (1993), Ceas y Page (1996), Vari y Harold (2001) y Armbruster (2003), entre otros.

Integridad biótica

El Índice de Integridad Biótica o IBI por sus siglas en inglés, originalmente se desarrolló en los Estados Unidos de Norteamérica por James Karr en 1981. Karr *et al.* (1986) definieron la integridad biótica como: “la capacidad de un ecosistema para soportar y mantener una comunidad adaptada comparable a los hábitat naturales de la región”, o en su defecto una medida del estado de salud de un ecosistema (Araújo 1998, Velásquez y Vega-Cendejas 2004). Karr y sus copartícipes usaron las comunidades de peces para evaluar la calidad de los ríos e indicar la alteración de los sistemas acuáticos. Es por esto que las evaluaciones biológicas se concentran en el criterio de los seres vivos y no en el

químico, para observar los cambios en el río (Karr y Chu 1999). El IBI fue adaptado como integrador de algunos atributos ecológicos de las comunidades de peces, poblaciones y organismos individuales presentes en el medio acuático (Fausch *et al.* 1984, Araújo 1998, Simon y Lyons 1994). Para dicha evaluación se usaron la composición y riqueza de especies, las estructuras tróficas, y la condición y abundancia de peces. Dado que sin duda alguna, los peces son componentes muy visibles y valiosos de la comunidad acuática, que tienen un amplio espectro de tolerancias en la comunidad; que van desde muy sensible a muy tolerantes y responden a la degradación química, física y biológica (EPA 1993).

Desde sus inicios, el IBI se ha adaptado y modificado para ser usado en una variedad de hábitat y condiciones alrededor del mundo (Karr y Chu 1999). Debido a que, las especies y la composición trófica de los ecosistemas varían en cada uno de los países donde se ha aplicado, es decir, las medidas del IBI deben ser desarrolladas para cada región donde este se aplique (Goldstein *et al.* 1994, Moyle y Randall 1996, Myers 2002). Dichas medidas pueden ser modificadas, suprimidas o adicionadas para reflejar las diferencias regionales del índice (Goldstein *et al.* 1994). El índice tiene algunas limitantes y dentro de estas limitaciones, se encuentra la necesidad de realizar muestreos óptimos, contar con una razonable riqueza de especies y registros sobre las historias de vida de la ictiofauna de cada región donde este será aplicado.

En función de lo anterior, los peces han sido ampliamente utilizados para evaluar la integridad biótica en arroyos y ríos de Norteamérica (Karr 1981, Fausch *et al.* 1984, Karr y Chu 1999, Roth *et al.* 2000, entre otros.), Bélgica (Gabriels *et al.* 2005), y adaptado al trópico por varios autores para México (Contreras-Balderas *et al.* 2002 Velásquez y Vega-Cendejas 2004), Colombia (Usma *et al.* 2003), Venezuela (Rivera y Marrero 1995, Rodríguez-Olarte y Taphorn 1995, Usma 2000, Sivira 2001, Amaro 2003, Rodríguez-Olarte *et al.* 2006a , 2006b, 2007a, 2007b), Guayana Francesa (Tejerina-Garro *et al.* 2006), Brasil (Araújo, 1998, Casatti y Langeani 2002, Casatti 2004, Silveira *et al.* 2005, Casatti *et al.* 2006) y Chile (Habit *et al.* 2006). Por otra parte, el índice se ha usado para evaluar la calidad ambiental de lagos (Minns *et al.* 1994), estuarios de Norteamérica

(Deegan *et al.* 1997) y de Europa (Gerson *et al.* 2000), entre otros tópicos como lo describen Karr y Chu (1999) y Myers (2002), donde los nombrados autores indican que el uso del IBI se ha incluido en la evaluación de los arrecifes del coral. Además, el IBI se ha usado para determinar la calidad biótica por medio del uso de invertebrados bentónicos (Kerrans y Karr 1994, Klemm *et al.* 2003, Roldán 1999, 2003, Segnini 2003, Echevarria 2006), plantas vasculares, praderas de pastos marinos, algas y diatomeas en ríos (Hill *et al.* 2000, Fore 2002, Toro *et al.* 2003, Pozada-Ruiz 2004), e incluso aplicado en vertebrados terrestres (Bryce *et al.* 2002). Por lo tanto, el IBI permite incorporar el juicio profesional de los ictiólogos, ecólogos, científicos y manejadores del recurso en una valoración ecológica sistemática de la integridad del hábitat. En Venezuela la aplicación del IBI todavía es insuficiente, debido al escaso conocimiento de la ictiofauna en algunas de las cuencas (Mago-Leccia y Marín 2004), y de su composición trófica; además del reducido número de personas que trabajan en el país en esta área.

Manejo de los recursos hidrobiológicos

El MARN (2000 – hoy día Ministerio del Poder Popular para el Ambiente **Minamb**), a través de la Dirección General de Cuencas Hidrográficas, estableció la necesidad de preparar planes de conservación y manejo de cuencas hidrográficas de interés prioritario para el país, con el propósito de disponer de una herramienta de planificación que permita tomar decisiones sobre la inversión de recursos en medidas que mitiguen el grado de deterioro, regulen el aprovechamiento racional y garanticen el equilibrio armónico de los recursos naturales dentro de un concepto de uso y crecimiento económico sustentable de las regiones. Dentro de estos planes se identificaron a la erosión, la consecuente producción agrícola, transporte y depósito de sedimentos, como el problema ambiental más crítico de las cuencas hidrográficas del país.

Respecto a lo anterior, Allan *et al.* (2001) evaluaron los potenciales cambios que sufren algunos ríos andinos venezolanos como consecuencia de la transformación de los suelos, estos autores hallaron que dichas transformaciones incrementan el deterioro del hábitat,

disminuyen el caudal y aumentan la cantidad de sedimentos. De la misma forma, lo describen Rodríguez-Olarte *et al.* (2007b) para el río Tocuyo, entre muchos otros autores, los cuales demuestran que la pérdida del hábitat (deforestación, modificación de cauces) y las perturbaciones (presencia de efluentes urbanos y agrícolas) son las causas del deterioro ambiental que sufren los ríos en el planeta actualmente y en consecuencia su biota (Meador *et al.* 1993a, Meador y Goldstein 2003, Wrigth y Flecker 2004, Goldstein y Meador 2004, 2005, Pinto *et al.* 2006).

En cuanto a la problemática antes mencionada el **Minamb** ha desarrollado programas de conservación y manejo de cuencas hidrográficas prioritarias para el país. Se ha presentado a nivel de factibilidad en varias cuencas de los estados Sucre, Táchira y Mérida, y en el estado Falcón para la cuenca hidrográfica del río Hueque. Al mismo tiempo, en Falcón se mantienen estudios y monitoreos de biodiversidad, que son llevados a cabo en proyectos de investigación sobre manejo sustentable de agrosistemas de las zonas semiáridas (Proyectos Fundacite Falcón) (MARN 2000).

OBJETIVO GENERAL

Inferir sobre la integridad biótica y el estado de conservación de las cuencas de los ríos Hueque y Ricoa por medio del uso de las comunidades de peces como parte fundamental del biomonitoreo para el manejo de los hidrosistemas regionales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Desarrollar un modelo de IBI que permita evaluar la integridad biótica de las comunidades de peces de de las cuencas de los ríos Hueque y Ricoa.
2. Caracterizar el hábitat acuático en tramos de de las cuencas de los ríos Hueque y Ricoa.
3. Analizar la composición y riqueza de especies de peces en los ríos Hueque y Ricoa.
4. Estimar el estado de conservación de los ambientes acuáticos en los ríos Hueque y Ricoa mediante la relación de los atributos de las comunidades de peces, el IBI y las características de los ecosistemas acuáticos
5. Proponer pautas para el manejo y conservación de de las cuencas de los ríos Hueque y Ricoa, y las comunidades de peces asociadas.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio está ubicada al Noroeste de Venezuela, limita al Norte y al Este con el Mar Caribe; al Sur limita con los estados Lara y Yaracuy y al Oeste con el Estado Zulia (FUDECO 2006) (Figura 1). El estado Falcón tiene una superficie de 24.800 Km² y una población de 763.188 habitantes para el año 2001^{*}, con una densidad de alrededor de 31 hab/ Km². El 69% de la población se ubica en la parte norte y central (Santa Ana de Coro-La Vela de Coro) con 200.299 habitantes y la conurbación múltiple con 209.731 habitantes, alrededor del 29% de la población es rural (MARN 2004, TSJ 2006).

Geología, relieve e hidrografía

Desde el punto de vista geológico, el área de estudio forma parte de las planicies aluviales de los litorales oriental y occidental del estado Falcón. Sobre estas afloran sedimentos terciarios, caracterizados por la acumulación de material detrítico proveniente del piedemonte, arrastrado y depositado por los numerosos ríos y quebradas que atraviesan la zona (Neumann 1966, Matteucci *et al.* 1982, Escalona *et al.* 1992). Estas formaciones pertenecen al Cuaternario, cuyos sedimentos han recubierto los materiales terciarios, que forman una llanura de relleno afectada por depresiones, que dieron origen a ciénagas y accidentes orográficos que impiden la libre escorrentía de las aguas (OTEHA 1962).

A comienzos del Terciario (~65 Ma) se produjo la sedimentación en la depresión estructural alargada, Canal Falconiano, que cubría casi la totalidad del territorio. Durante la orogénesis andina, que comienza en el Mioceno Inferior (~24 Ma) y se prolonga hasta el Plioceno (~5 – 1,5 Ma), se produce la elevación y basculamiento hacia el mar de la zona de piedemonte, y se forman los relieves intermedios que la caracterizan. Estas formaciones se elevan aun más durante la Orogénesis Andina Tardía. Dentro de los movimientos orogénicos más importantes en la zona, se levanta en el Mioceno Medio (~

* http://iies.faces.ula.ve/Censo2001/PoblacionViviendas/pob_viv_falcon.html

11 - 15 Ma) la Serranía de San Luis-Churuguara (González *et al.* 1980). En el Mioceno Tardío (~5 – 11 Ma), al terminar la regresión marina hacia el norte, se sedimentaron areniscas y lutitas hacia el Oeste de Coro y conglomerados calcáreos hacia el Este. En el Pliopleistoceno (~2.6 Ma) y como consecuencia de la Orogénesis Andina Tardía, el Surco Urumaco se levantó y basculó hacia el Norte. Los afloramientos producidos fueron luego nivelados por la erosión a lo largo de este periodo. Por el contrario en las Planicies Aluviales desde el Pleistoceno Superior al Holoceno (~10.000 Ma), se producen acumulaciones de material detrítico fino, depositado por sistemas aluviales de la zona. Durante el cuaternario los relieves han sido modelados por procesos erosivos (Matteucci *et al.* 1982).

El estado Falcón presenta un relieve muy variado, que va desde relieves planos de la zona costera del Norte hasta relieves montañosos del Sur (Vila 1969), donde se destacan las serranías de Buena Vista-Churuguará, Baragua, Matatere, Aroa y San Luís que se orienta en sentido general este-oeste (Zamora 1998, Urbina 1992 citado en BirdLife International and Conservation International 2005). La Serranía de San Luís se extiende desde el valle medio del río Mitare hasta las planicies de los ríos Ricoa y Hueque. Es el más masivo de los tres macizos que componen la alineación septentrional del sistema montañoso falconiano (Cerros La Muralla, Serranía de Bariro-Pedregal y Serranía de San Luís) y presenta una mayor altura sobre el nivel del mar, donde alcanza su punto culminante en el cerro Galicia de 1501 m.s.n.m. La serranía de San Luís constituye la divisoria de aguas entre la cuenca del río Mitare hacia el Oeste, la del río Seco hacia el Norte, la del Hueque hacia el Sur y la del Ricoa hacia el Noreste (Matteucci *et al.* 1982).

El estado Falcón se ha dividido en diferentes zonas en cuanto a la hidrografía se refiere dependiendo del autor, el nivel de detalle y los fines del estudio. Algunos autores las agrupan en dos grandes sectores: La región Occidental con las corrientes que desembocan al Golfo de Venezuela (zonas del sistema Lara-Falcón) y la región Oriental desde la Vela de Coro hacia el Este (Marín 1979). Urbina (*op cit*) afirma que las serranías del estado Falcón tienen climas sub-húmedos, donde se generan los escasos recursos hídricos que

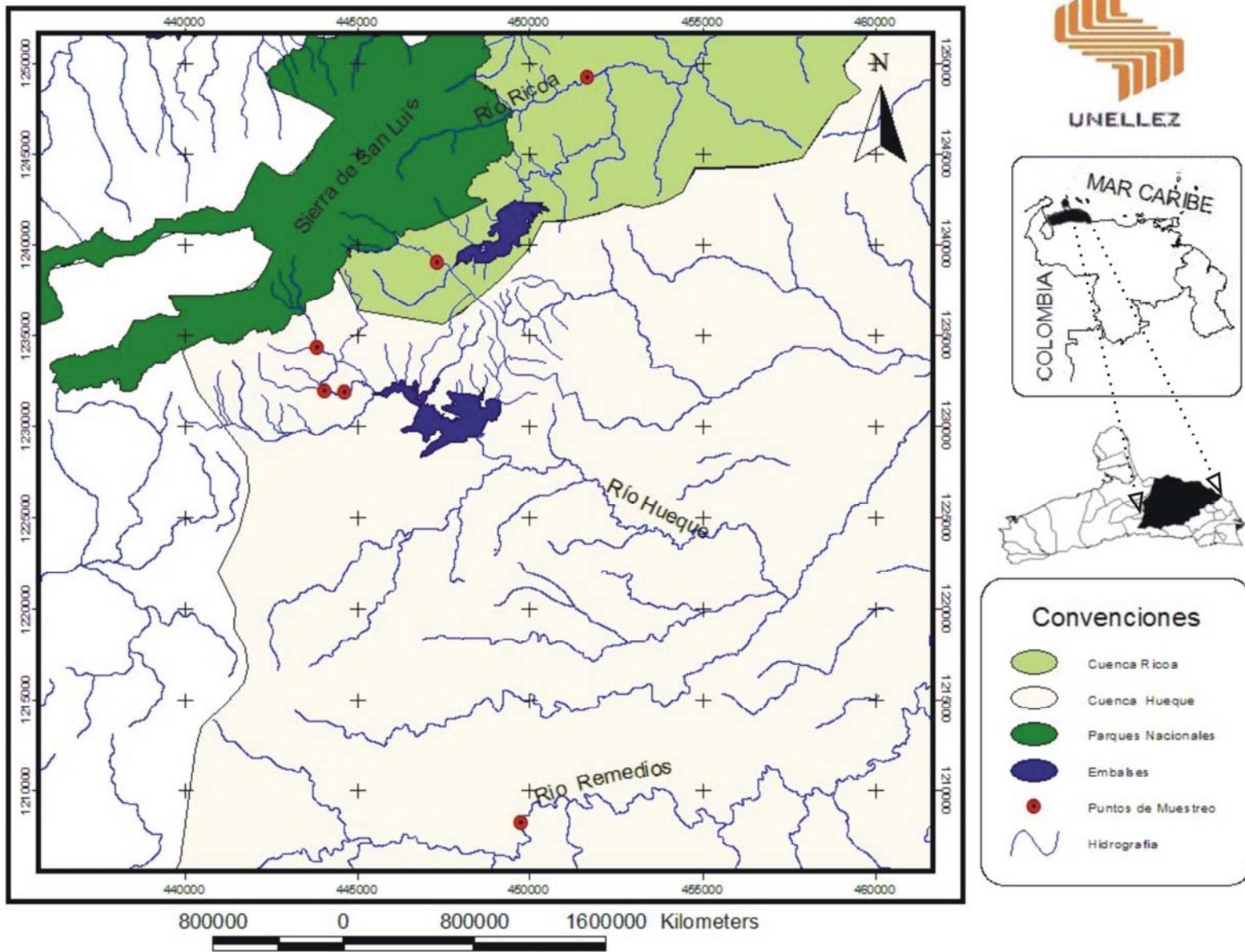


Figura 1. Ubicación relativa del área de estudio, con las estaciones de muestreo en las cuencas Hueque-Ricoa, Edo. Falcón.

drenan hacia las áreas secas del estado (principalmente los ríos Hueque, Mitare, Paraíso, Maticora y Sanare). Sin embargo Moscó (1990) incluye los ríos Remedios (129 km), Pedregal (110 km), Cocuiza (83 km), Borojó (83 km), Zazárida (76 km), Capatarida (75 km) entre otros, e indica que ninguno de los ríos alcanza la costa en época de sequía; aunque expresa que esto se debe a las pocas lluvias y sobre todo a la explotación incontrolada del caudal con fines de riego. El estado Falcón cuenta con ocho (8) embalses, dos de los cuales se encuentran en el área de estudio como lo son los embalses del Hueque (cuenca Hueque) y Barrancas (cuenca Ricoa) y sus aguas son utilizadas para actividades humanas (Novoa 1992).

Cuenca del río Hueque

El río Hueque nace en el cerro del mismo nombre en las últimas estribaciones de los cerros San Luís, Buena Vista y Remedios, cerca de Cabure a 800 m.s.n.m. El sistema hidrográfico del río Hueque esta representado por tres ríos: 1) Hueque, 2) Remedios-Upipe y 3) Yarayama (OTEHA 1962, Marin 1979). Estos afluentes al sur del puente Curarí se unen y forman cerca de la desembocadura una compleja red de caños, meandros, ciénagas y esteros mas conocidos como el Desparramadero del Hueque (Rodríguez 1999); por otro lado, Cartaya y Méndez (2005b) describen que la cuenca del río Hueque es una hoya de tipo dendrítica a angulosa, de régimen permanente en la cuenca alta y en la desembocadura con una baja densidad de drenaje (Tabla 1.). El río Remedios se forma al oeste de Churuguara, entrega las aguas al río Hueque en la zona anegadiza de la Ciénaga de Tacarigua (Rodríguez 1997). La OTEHA (1962) indica que el aforo del río Hueque, se puede aproximar a 168 millones m³ anuales.

Tabla 1. Características de los ríos y afluentes de las cuencas Hueque-Ricoa.

Río	Nacimiento	Desembocadura	Afluentes				Área Km	Total de la cuenca (Km2)	Autor/Año
			Directos	Cuenca Alta	Cuenca Media	Cuenca Baja			
Hueque	Cerros San Luis, Buena Vista y Remedios	Ciénega de Tacarigua	Remedios + Upipe +	Q. Guaremal - Q. La Caridad + Q. Dividive + Q. Guanachana + Q. Viejita + Q. Vieja Grande +	Q. Quesareña Q. Morrillo Q. El Lindero	Q. Mataire - Q. Caimita + Q. Guanábana + Q. Turupia + Q. Juan Bravo + Q. Guayabal + Caño Riecito - Q. Sucuragua - Q. Honda -	115 (H) 3537 (Othea) 3855 (Rodríguez) 4080 (Marín) 4156,4 (Car y Men)	Othea (1962) Rodríguez (1997); Othea (1962) Othea (1962) Marín (1979) Cartaya y Méndez (2005b)	
Remedios - Upipe	Arauca- Mucuquita y Churuguara	R. Hueque	R. Guarabal +	Q. Cuvi Q. Las Crucesitas Q. Tres Niñas Q. Cangrejos Q. Agua Caliente Q. Buena Vista Q. La Reforma Q. Urumay Q. El Salto		Q. Chiguargua + Q. Tamaque Q. Tucamire Q. Maicota Q. Las Lajitas R. Cienaga R. Grande R. Agua Maria R. Rosario (Upipe)	129 (H)	Rodríguez (1997); Othea (1962) Othea (1962)	
Ricoa	Cerros San Luis y Maraure	Tocoperó-Boca de Ricoa	R. Macoruca + R. Ricoa -	Q. Macoruca + Q. Arenas + Q. Vega + Q. los Cerritos + Q. Zazárida + Q. la Iguana + Q. Caricuche + R. Acarigua - Q. Quiagua - Q. San Rafael - Q. Copeyal -			60 (R')	547 (Rodríguez) 800 (Pérez)	Rodríguez (1997) Pérez (1976) Marín (1979) Othea (1962); Pérez (1976) Pérez (1976)

Q: Quebrada; R: Río; (+): Margen Derecha del río; (-) : Margen Izquierda del río; (R): remedios; (H): Hueque; (R'): Ricoa .

Cuenca del río Ricoa

El río Ricoa se forma en la depresión que existe entre el extremo oriental de la serranía de San Luís y el cerro Maraure, al este de Pueblo Nuevo y sigue una dirección general rumbo noreste (Pérez 1976). En la población de Dos Bocas la quebrada Macoruca se une al río Ricoa a unos 15 km de su nacimiento por la margen derecha (OTHEA 1972), dicha quebrada constituye el afluente principal del río Ricoa; otros tributarios del río Ricoa por su margen derecha son las quebradas Arenas, Vega, los Cerritos, Zazárida, La Iguana y Caricuche. Sus principales afluentes por la margen izquierda son el río Acarigua, y las quebradas Quiagua, San Rafael y Copeyal (Páez 1976). Rodríguez (1997) indica que la quebrada Macoruca presenta un relieve relativamente alto, donde alcanzan elevaciones de más de 1.100 m.s.n.m. La OTHEA (1972) describe que este río tiene una longitud de unos 60 km hasta su desembocadura en el mar cerca de Tocoperó en la boca Ricoa.

Clima y Vegetación

El oriente del estado Falcón se caracteriza por tener una fisiografía y unas condiciones climáticas muy variadas, donde se destacan las planicies y valles costeros con climas áridos y semiáridos de precipitaciones escasas. Las lluvias en la cuenca del río Hueque están concentradas entre los meses de octubre, noviembre y diciembre; en cambio, febrero y marzo son los meses más secos, también se presentan lluvias esporádicas en mayo y junio (Páez 1976). La temperatura promedio anual es alrededor de los 25,4 ° C, con más altos valores entre los meses de agosto y octubre, y las menores en enero y marzo (Figura 2.).

La bioregión Lara-Falcón tiene un área de 16.870 km² (WWF 2006), donde el 70% del área está ocupada por las zonas de vida de Matorral Desértico Tropical, Monte Espinoso y Bosque Muy Seco Tropical (MARN 2000). También se encuentran formaciones vegetales de bosques húmedos, selva nublada, bosque deciduo o tropófilo, cardonales y chaparrales

(Decreto No. 674 1995). A su vez, la OTEHA (1962) determinó que los ríos Hueque y Remedios pertenecen a la formación xerofítica y se encuentra cubierta por vegetación “mediana”. En la Tabla 2. se indica la vegetación típica de las orillas de los ríos.

Usos de la tierra

En el Valle del río Ricoa el 72,3 % de las tierras corresponden a dominios no aptos para la agricultura y solo aptas para pastos sin restricciones; 12,5 % son tierras aptas para agricultura con limitaciones severas; 8,3 % son tierras no aptas para agricultura, recomendada para bosques y 6,9 % son aptas para parques nacionales y vida silvestre. La mayoría de las tierras son utilizadas con fines pecuarios, donde existen algunas plantaciones de cítricos y cultivos de ciclo corto (melón y patilla) que requieren riego, donde el agua es extraída directamente del río (Pérez 1976). Igual situación se presenta en el río Hueque en la parte alta de su cuenca (FUDECO 1973, Marín 1979). Actualmente en el municipio Colina (cuenca del río Ricoa) se hallan cultivos de ají dulce (*Capsicum chinense*) y pimentón (*Capsicum annum*) (Romero *et al.* 2001). En la Figura 3., se muestran los usos de la tierra presentes en las estaciones de muestreo

Los suelos de la región presentan problemas de salinidad, de permeabilidad y erosión en diversos grados. La actividad agrícola bajo riego (horticultura) ejerce una gran presión sobre las aguas subterráneas que la hacen poco sostenible porque contaminan los acuíferos con la cuña salina y causa la salinización de los suelos (OTEHA 1962, Rodríguez 1997, Cartaya y Méndez 2005). Es así como algunos de los perfiles de los ríos Hueque y Ricoa, corresponden a la categoría de suelos "salinos-ácidos", que se presenta en las áreas bajas de los valles de la zona (Pla Sentis 1985).

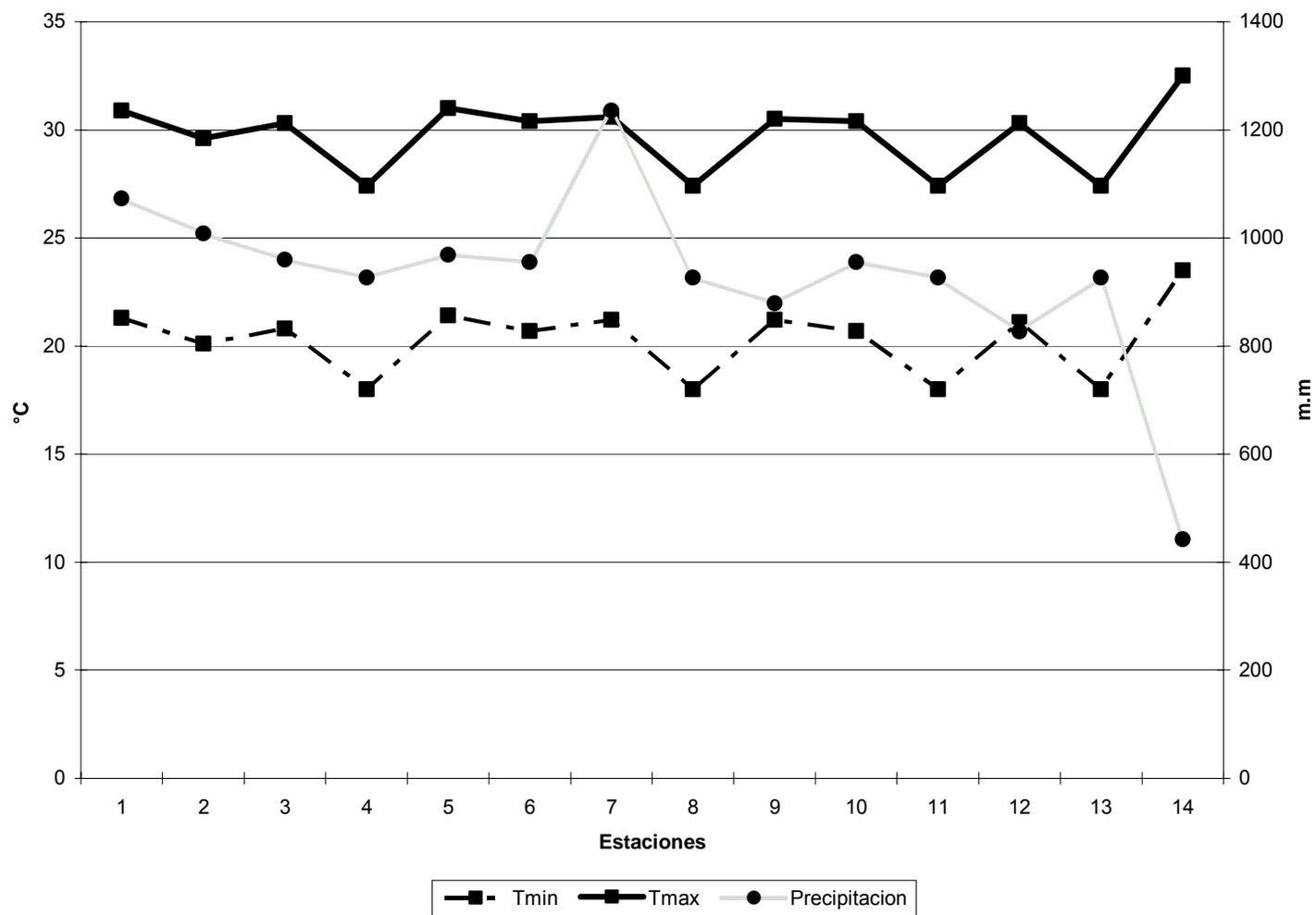


Figura 2. Promedio de temperatura (mínima y máxima) y precipitación anual, en 14 puntos en sentido de Sur al Norte en el área de estudio en el estado Falcón (tomado de Hijmans *et al.* 2005a).

Tabla 2. Especies de vegetación presente en el área de estudio.

Nombre Vernacular	Nombre Científico	Familia
Curari ● *	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Bignoniaceae
Cuji ●	<i>Acacia macracantha</i>	Mimosaceae
Cucharo ●	<i>Sickingia erythroxyton</i>	Rubiaceae
Cumarica ●	<i>Machaerium</i> sp.	Fabaceae
Flor Blanca ● *	<i>Boeurria exsucca</i>	Rubiaceae
Guatacaro ●	<i>Beureria cumanensis</i>	Borraginaceae
Olivo ●	<i>Styrax palidus</i>	Styrecaceae
Tuna ●	<i>Opuntia schumannii</i>	Cactaceae
Teco ●	<i>Baratas lasiantha</i>	Brameliaceae
Vera ● *	<i>Bulnesia arborea</i>	Zygophyllaceae
Quebra Hacho ●	<i>Cesalpineia granadillo</i>	Rubiaceae
Mamon ●	<i>Melicoca bijuga</i>	Sapindaceae
Guatacare *	<i>Capparis hastata</i>	Capparaceae
Mapudare *	<i>Guapira flagans</i>	Nyctaginaceae
Guapazo *	<i>Cordia thaisiana</i>	Boraginaceae
Mazamorra *	<i>Ruprechtia concinna</i>	Polygonaceae
Roble *	<i>Platymiscium diabelphum</i>	Leguminosae
Araguán *	<i>Tabebuia chysea</i>	Bignoniaceae
Gateado *	<i>Astronium graveoleons</i>	Anacardiaceae

Fuente: OTEHA (1962) ● ; MARN (2004) *.

Parques o áreas protegidas: La escasez y deterioro en sus recursos naturales ha generado preocupación para su protección y conservación, al punto que el estado Falcón cuenta con 25 figuras de Áreas Naturales Protegidas (ANAPRO), 17 de las cuales no tienen plan de manejo y siete están en revisión (MARN 2004). Entre las más importantes se destacan, el parque nacional “Juan Crisóstomo Falcón en la serranía de San Luís” (Decreto No. 1550 publicado en la Gaceta Oficial No. 33715 del 6 de mayo de 1987), y la Cueva de la Quebrada El Toro, las cuales se encuentran en la zona alta de la región. En la zona baja se encuentran el Refugio de Fauna Silvestre de Cuare, el cual es un sitio Ramsar (Decreto No. 991 publicado en la Gaceta Oficial No. 29820 del 02 de junio de 1972), la reserva de Fauna Silvestre Tucurere (Decreto No. 1567 publicado en la Gaceta Oficial No. 37357 del 19 de noviembre de 2001), y los humedales Boca de Hueque y Salinas de Sauca, que no están protegidas; en 1998, PROFAUNA elaboró una propuesta para incorporarlas como ABRAES. Estas dos áreas han sido señaladas como importantes centros reproductivos de las especies Tortuga carey (*Caretta caretta*) y Caiman de la costa (*Crocodylus acutus*), donde también se alojan especies como el oso melero (*Tamandua tetradáctila*) y el cunaguaro (*Leopardus pardalis*), consideradas vulnerables en el país según el Libro Rojo de la Fauna Venezolana (BirdLife International and Conservation Internacional 2005). Rivero *et al.* (2002) indican que el área productora de agua ocupa una superficie aproximada de 116.000 hectáreas, bajo las figuras de Parque Nacional y Zona Protectora, las cuales abastecen de agua a más de 300.000 personas y a las refinerías petroleras de Amuay y Punta Cardón.

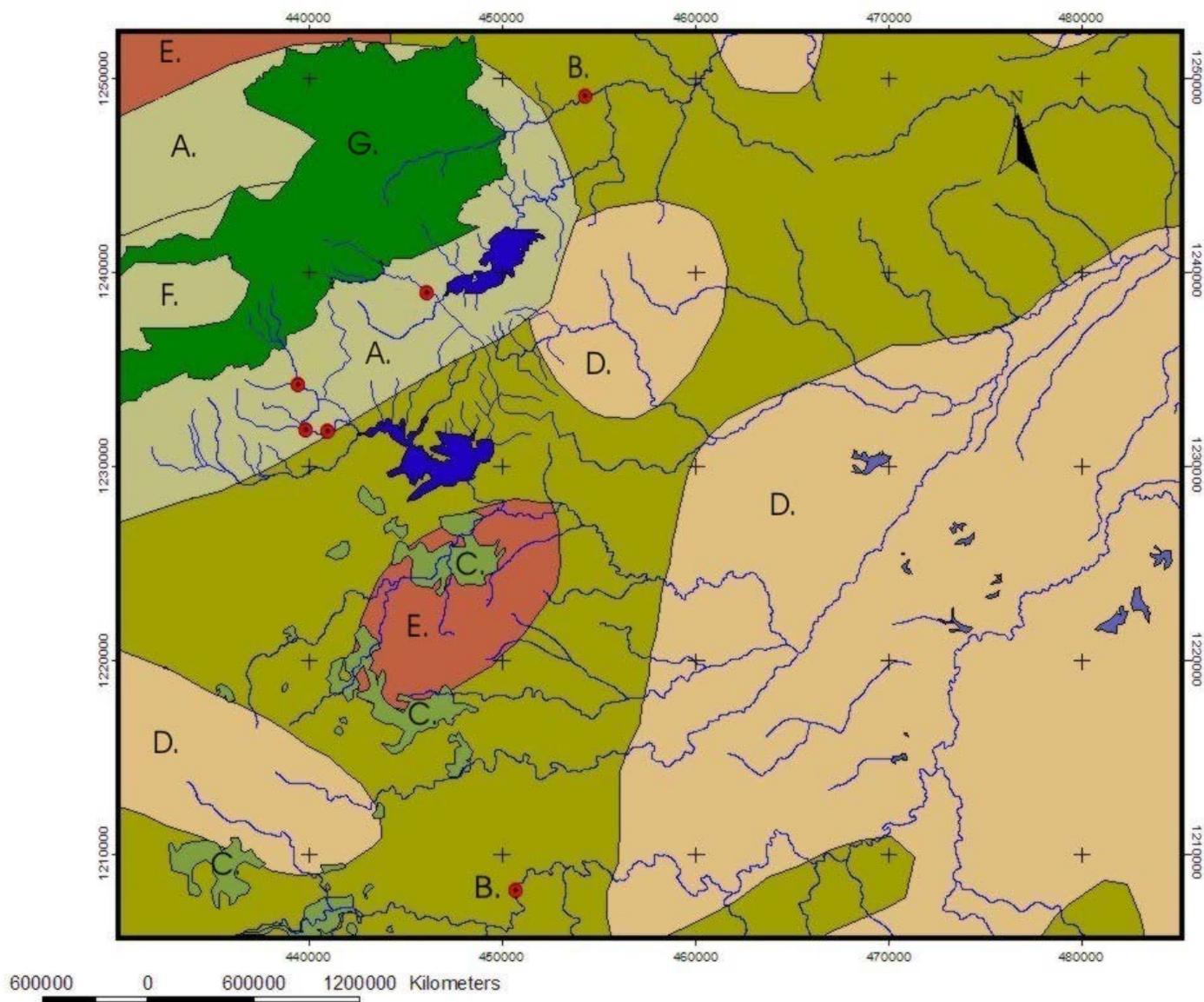


Figura 3. Mapa del uso de tierra en el área de estudio A.) Bosques Tropófilos Basimontanos, Decíduos; B.) Tierras Agropecuarias (Cultivos anuales y perennes); C.) Intervención Humana; D.) Bosques Tropófilos Bajos y Medios, Decíduos; E.) Arbustales Xerófilos Espinosos; F.) Bosques Ombrófilos submontanos, siempre verdes (Bosques nublados costeros); G.) Parque Nacional “Juan Crisóstomo Falcón” (modificado de Rodríguez et al. 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localidades de muestreos

Para la selección de las estaciones de muestreo se consideró: Primero la misma unidad zoogeográfica, segundo, diferencias en el estado de conservación y tercero, que por lo menos una localidad este bien conservada (Li y Li 1996). El estudio se llevó a cabo en seis estaciones de muestreo, en tres ríos permanentes (Remedios, Hueque y Ricoa), en un intervalo altitudinal de 120 a 400 m.s.n.m en el estado Falcón (Tabla 1, Figura 1.y Figura 4.). En las estaciones de muestreo se empleó la herramienta del clima Worldclim, versión 1.3 (Hijmans *et al.* 2005a) para DIVA-GIS * para estimar parámetros como: precipitación anual, promedio de temperatura anual mínima y máxima, como se indica en la (Figura 2.).

Peces

Los muestreos fueron realizados durante el día en los periodos secos (Meador *et al.* 1993b) en septiembre 2005, y marzo y septiembre 2006. Para lo anterior, se empleó el sistema de electropesca (Plafkin *et al.* 1989, Lobón-Cerviá 1991, Rivera 1994, Maldonado-Ocampo *et al.* 2005), con un generador eléctrico marca Honda modelo EX350 de 120V- 350W máx. (2,9A), al cual se conectó un cable de 50 m. y dos electrodos (Sivira 2001).

Se tuvieron en cuenta los mesohábitats correspondientes (corrientes, remansos, pozos y canales secundarios) a lo largo, ancho y profundo ($\leq 1,5$ m.) del cauce; el tamaño del transecto fue igual en todos los muestreos (50 m.) de acuerdo con Rodríguez-Olarte *et al.* (2006b). Para la captura de los peces se utilizaron redes de mano (distancia entre nudo < 5 mm) y en el caso que el flujo del agua lo permitiera se usó un chinchorro de cinco (5) m.

* www.diva-gis.org



Río Remedios, Est. Remedios (A).



Río Hueque, Est. Balneario (A).



Río Hueque, Est. Quebracho (A).



Río Hueque, Est. Colombia (A).



Q. Macoruca, Est. San Pablo (B).



Río Ricoa, Est. Dos Bocas (B).

Figura 4. Estaciones de muestro de las cuencas Hueque (A) y Ricoa (B).

En cada estación de muestreo se realizaron tres muestras sucesivas (pases) (Meador 2005), para así obtener, por saturación la mayor riqueza y abundancia posibles, cerca del 100% de la riqueza y mas del 80% de la abundancia (Rodríguez-Olarte *et al.* 2007b).

Los peces fueron preservados en formol (10%), posteriormente se trasladaron al Laboratorio de Ecología de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA) donde fueron revisados taxonómicamente hasta el nivel de especie, cuando esto no fue posible se le asignó un código para su diferenciación. Para la revisión taxonómica se usaron las claves y los listados de Eigenmann (1920), Schultz (1944a, 1944b), Mago-Leccia (1970, 1978), Taphorn (1992), Vari *et al.* (1993, 1994), Lasso y Machado-Allison (2000), Vari y Harold (2001), Román-Valencia (2003), Lasso *et al.* (2004). Los peces se conservaron en etanol (70%) donde posteriormente fueron depositados en la colección regional de peces de la UCLA (CPUCLA).

En cuanto a la clasificación de las historias de vida y gremios tróficos se tuvieron en cuenta los trabajos de Winemiller y Taphorn (1989), Taphorn (1992), Rodríguez-Olarte (1993), Machado-Allison (1993), Rodríguez-Olarte y Taphorn (1995), Rodríguez-Olarte *et al.* (2006a, 2006b) (Tabla 3), todo esto con el fin de determinar por medio de los estudios ya realizados las diferencias aparentes en las historias de vida que tienen las especies de la zona. De acuerdo a la información adquirida se establecieron tres rangos de tolerancia para las especies capturadas en la zona de estudio como lo son: Intolerantes (I), Tolerantes (T) y Muy Tolerantes (MT). De igual forma fueron establecidos los gremios tróficos, donde se formaron cuatro categorías (ver subtítulo: Índice de Integridad Biótica – IBI, Pág. 34). Así mismo, fue realizado el análisis de la distribución y abundancias de las especies según lo propuesto por Rodríguez-Olarte *et al.* (2006b), donde la distribución aislada (A) fue asignada para aquellas especies que fueron capturadas en una estación de muestreo, restringida (R) para menos de cuatro estaciones y locales (L) para mayores de cinco

pero menores que nueve estaciones. En cuanto a la abundancia, se determinó que con menos del uno por ciento sería clasificada como ocasional, entre uno y dos por ciento frecuente, entre dos y cinco por ciento sería común, y mayores de cinco fueron clasificadas como dominantes.

Usos de la Tierra

En el diagnóstico de este apartado fueron empleados: mapas base (Centro Cartográfico de la UNELLEZ), diferentes contenidos temáticos como los de Rodríguez *et al.* (2005), WWF (2006) y Lehner *et al.* (2006); así como imágenes satelitales de GeoCover Landsat de los años 1990 y 2000² de la NASA y observaciones en campo. Los contenidos temáticos fueron modificados y preparados con ArcView ® ver. 3,2, DIVA-GIS ver. 5.4 (Hijmans *et al.* 2005b) y MapSource ® ver. 3.02 con las herramientas del proyecto Mapas de Venezuela en GPS³ (Venezuela GPS ver 2,9 y Venezuela topo ver 1,0).

Hábitat (Evaluación aparente del estado de conservación)

En cualquier valoración de la integridad ecológica la evaluación de la calidad del hábitat es crítica; por lo que, esta y la diversidad biológica en los ríos están cercanamente vinculadas (Lammert y Allan 1999). Además, incorpora una gran cantidad de aspectos físicos y químicos para la realización de las integraciones bióticas (Barbour *et al.* 1999). En las evaluaciones, la definición del hábitat esta expresada como la calidad del río mas la calidad del hábitat ripario; así mismo como la estructura y función de la comunidad acuática en el río. Por lo que, Karr *et al.* (1986) indicaron que la alteración en la estructura del hábitat es considerada como uno de las constantes de stress de los ecosistemas acuáticos.

² <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/> (N-19-10)

³ <http://www.gpsve.net>

Para evaluar dicho componente, se usó la metodología propuesta por Barbour *et al.* (1999) y usada por Cassatti *et al.* (2006), donde estos valoran la estructura del hábitat por medio de observaciones directas en las estaciones de muestreo e incluye parámetros como: variedad y calidad del sustrato, morfología del cauce, estructura de los bancos y de la vegetación riparia (Anexo A, Formulario 1 y 2). El proceso de valoración del hábitat comprende 10 parámetros, los cuales son estimados en una escala numérica de cero (pobre) a 20 (óptimo), distribuidos a su vez en una escala cualitativa que clasifica cada componente en pobre, marginal, subóptimo u óptimo para cada estación muestreada. Los rangos fueron integrados y luego comparados con la condición de referencia para proveer un rango de hábitat final, los valores incrementan en una escala directamente proporcional a la calidad del hábitat.

Parámetros físico – químicos

En cada una de las estaciones de muestreo se evaluaron los parámetros físico-químicos más importantes. Entre los parámetros físicos se determinó el caudal del río mediante el uso de un flujómetro. Los componentes químicos del agua se evaluaron de acuerdo a la APHA (1995), y posteriormente fueron llevadas al laboratorio de suelos y aguas de la UCLA para su análisis, donde se determinaron sólidos totales disueltos (mg/l), pH y conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$). La temperatura fue registrada en el sitio por medio de un termómetro de mercurio.

Índice de Integridad Biótica - IBI

Para analizar este índice se siguió la metodología propuesta por Karr (1981), modificada por varios autores para latitudes tropicales (Rivera y Marrero 1995, Rodríguez-Olarte y Taphorn 1995, Araújo, 1998, Velásquez y Vega-Cendejas 2004, Rodríguez-Olarte *et al.* 2006a; 2006b, Pinto *et al.* 2006), y adaptada para el presente trabajo. Respecto a lo anterior, se pretende describir la integridad de los hidrosistemas estudiados; el resultado de esta metodología, es una síntesis de señales biológicas que revelan los efectos de las actividades humanas en diferentes niveles, lugares y escalas (Karr y Chu 1999).

Para esto, fue preciso conocer: 1) la categoría de **composición y riqueza** de las especies del lugar, para lo cual se determinó el número total de especies presentes en cada estación; dado que los cambios físico-químicos y ambientales son el resultado de actividades antrópicas, lo que genera cambios en la estructura de la comunidad (Karr y Chu 1999). Al mismo tiempo, se clasificaron las especies tolerantes e intolerantes (Tabla 3). Como última medida en esta categoría se determinó el índice de diversidad de Shannon-Wiener (Magurran 1988, Velásquez y Vega-Cendejas 2004); 2) para la categoría de **composición trófica**, fueron sustituidas las medidas originales de Karr (1981), por las familias nativas Suramericanas de acuerdo a lo planteado por Winemiller y Taphorn (1989) y Taphorn (1992), las cuales son: Carnívoros (C), que incluyen a los Piscívoros y Carnívoros tope, Omnívoros (O), Invertívoros (I) y Herbívoros (Had); dentro de esta categoría se consideraron los alguívoros y detritívoros; y 3) la categoría de **abundancia y condición** de los peces, la cual tiene como medidas el número de individuos por metro cuadrado y la proporción de ejemplares enfermos o con alguna anomalía (Figura 5). Finalmente, son asignados valores de 5 (estado esperado o bueno), 3 (estado regular) y 1 (estado pobre) a cada categoría para que al final la suma de estos puntos determine una clase de integridad.

Los criterios para determinar la categoría, abundancia y condición de los peces (medida 10) fueron los parámetros establecidos por Karr (1981), Fausch *et al.* (1984) y Goldstein *et al.* (1994), para cada una de las medidas incorporadas dentro de esta categoría. La categoría se encuentra dividida en tres medidas como lo son: el número de individuos por muestra, los porcentajes de individuos híbridos (no fue usado en el presente trabajo) y con enfermedades, tumores, daños en las aletas o anomalías esqueléticas. Esta última medida pretende explicar la salud y condición individual de la comunidad de peces; y aunque esta condición no es frecuente o está ausente en sitios menos alterados, la mayoría de los peces que presentan estas alteraciones habitan frecuentemente las áreas donde se concentran desechos industriales, poblados o ríos donde la calidad del agua ha tenido una contaminación por químicos (BFBM 2004).

Es por esta razón y debido a las observaciones tanto en laboratorio como en campo, que se propuso dicha medida, sobre todo cuando fueron registrados algunos individuos con ectoparásitos y deformaciones, estas últimas observadas en campo. En esta medida se excluyen ciertos parásitos como los del género *Paravortex* causante del Punto Negro (en inglés Black Spot o Black ich) dado que la distribución de estos depende de la presencia de gasterópodos como hospedero intermediario (Steedman 1988 en Goldstein *et al.* 1994). Por otro lado, la presencia de gasterópodos esta relacionada con la degradación ambiental y/o con las bajas velocidades del agua y las poblaciones de plantas acuáticas (Goldstein *et al.* 1994). Otro planteamiento es el desconocimiento de las relaciones entre la incidencia de esta patología con la calidad ambiental (BFBM 2004). Tales pues son las razones para que esta enfermedad sea excluida de esta medida.

Modelo final del Índice de Integridad Biótica

Luego de analizar y registrar los valores de cada estación de muestreo, los valores de cada una de las medidas seleccionadas fueron sumadas, para así obtener un valor cuantitativo final para el IBI. Seguidamente, le fue asignado por medio del valor cuantitativo un valor cualitativo agrupado dentro de alguna de las clases de integridad (Anexo B).

Análisis estadístico

Los datos de ausencia y presencia de las especies en cada una de las cuencas estudiadas, así como en la matriz de datos ambientales fueron analizados con técnicas de análisis multivariado de clasificación (análisis de clusters) y de ordenamiento indirecto (análisis de componentes principales o ACP) (PC-Ord 4.0, MjM Software Design, 1999). De acuerdo con lo anterior, para el análisis multivariado de clasificación o análisis de similitud, las distribuciones fueron analizadas por el método de medidas de similitud por medio de las distancias Euclidianas, además se uso el algoritmo de agrupación jerárquico de distancia promedio por grupo.



Figura 5. Procedimiento para el cálculo e interpretación del IBI (modificado de Karr *et al.* 1986, EPA 1993, Rivera 1994 y Echevarria 2006).

RESULTADOS

Riqueza y composición de especies

La ictiofauna se agrupó en cinco órdenes, 10 familias y 24 especies (Tabla 3.). Los órdenes Characiformes y Siluriformes registraron la mayor representación de familias (6 familias dulceacuícolas), de las cuales la familia Characidae resaltó con el mayor número de especies (9 especies). En el orden Siluriformes se reportaron tres familias, donde se destaca los Loriicaridae con el mayor número de especies (3 especies). El orden Perciformes contó con cuatro especies, representados por las familias Cichlidae (3 especies) y Gobiidae (1 especie), de las cuales una especie es introducida (*Caquetaia kraussii*). Los órdenes Cyprinodontiformes y Synbranchiformes fueron los menos representados (2 especies y 1 especie respectivamente). La única especie con tendencia marina fue representada por la familia Gobiidae (*Awaous banana*), registrada sólo en la cuenca Ricoa, en el sector Dos Bocas estación que no cuenta con represa.

La aplicación de curvas de saturación para verificar si los muestreos efectuados alcanzaban la riqueza máxima en cada estación muestreada, demostró que con cerca del 40 % de los muestreos en las estaciones se obtuvo alrededor del 85 % de la riqueza para las cuencas objeto de estudio (Figura 6.). La riqueza promedio para la cuenca Hueque fue de 11 especies (máx. = 17 especies.; n= 9), mientras que la riqueza disminuyó para la cuenca Ricoa (\bar{x} = 8 especies.; máx. =12 especies.; n= 6). La estación de muestreo donde se obtuvo la mayor riqueza fue Colombia (17 especies.) en la cuenca Hueque y San Pablo (10 especies.) en la cuenca Ricoa; las estaciones con menor riqueza de las cuencas Hueque y Ricoa fueron Balneario y Dos Bocas respectivamente (4 especies. y 6 especies.)

En la parte alta en el río Hueque (sector Balneario, 364 m.s.n.m) la composición de especies estuvo conformada por el orden Siluriformes (*Rhamdia quelen*, *Trichomycterus kneri* y *Ancistrus* cf. *gymnorhynchus*) y un número reducido de Characiformes (*Hemibrycon jabonero* y *Lebiasina erythrinoides*). En las partes media y baja (< 300

Tabla 3. Especies de peces, su hábitat (R: remanso, P: pozo, C: corriente), el grupo trófico (C: carnívoro, O: omnívoro, I: invertívoro, Had: herbívoro-detritívoro), tolerancia (T: tolerante, MT: medio tolerante, I: intolerante) (Rodríguez-Olarte *et al.* 2007a, 2007b), distribución (A: aislada, R: restringida, L: local, D: dispersa; Dul: dulceacuícola, Est-dul: estuarino-dulceacuícola) y la cuenca en la que fue capturado (Hueque o Ricoa).

Orden	Familia	Especie	Meso Hábitat	Grupo Trófico	Tolerancia Aparente	Distribución	Hueque	Ricoa
CYPRINIFORMES	POECILIIDAE	<i>Poecilia reticulata</i>	R-P	Had	T	Dul / R	○	○
		PERCIFORMES	CICHLIDAE	<i>Aequidens pulcher</i>	P-R	O	T	Dul / R
PERCIFORMES	CICHLIDAE	<i>Caquetaia kraussii</i>	P-R	C	T	Dul / A	○	
		<i>Crenicichla geayi</i>	R-P	C	I	Dul / R	○	
		GOBIIDAE	<i>Awaous banana</i>	R-P-C	Had	MT	Est-dul / A	
	CHARACIFORMES	CHARACIDAE	<i>Astyanax viejita</i>	R-C	O	T	Dul / R	○
<i>Bryconamericus cismontanus</i>			R-P	O	T	Dul / R	○	
<i>Bryconamericus alpha</i>			R-P	O	T	Dul / R	○	
<i>Creagrutus melasma</i>			C-R	O	T	Dul / L	○	○
<i>Gephyrocharax melanocheir</i>			R-P	I	MT	Dul / R	○	○
<i>Hemibrycon jaborero</i>			C-R	O	T	Dul / R	○	○
<i>Roeboides dientonito</i>			P	C	T	Dul / R	○	
ERYTHRINIDAE		<i>Hoplias malabaricus</i>	P	C	T	Dul / R	○	
LEBIASINIDAE		<i>Lebiasina erythrinoides</i>	P-R	O	T	Dul / R	○	○
SILURIFORMES		LORICARIIDAE	<i>Ancistrus cf. gymnorhynchus</i>	C-R	Had	T	Dul / L	○
	<i>Hypostomus sp.</i>		P-R	Had	T	Dul		
	<i>Rineloricaria rupestre</i>		P-R	Had	I	Dul / R	○	
	<i>Hypostomus sp.</i>		P-R	Had	T	Dul / R	○	○
	TRICHOMICTERIDAE	<i>Trichomycterus kneri</i>	P	I	T	Dul / R	○	
	PIMELODIDAE	<i>Pimelodella odynea</i>	R-P	I	T	Dul / L	○	○
		<i>Rhamdia quelen</i>	P	C	MT-T	Dul / L	○	○
	SYNBRANCHIFORMES	SYNBRANCHIDAE	<i>Synbranchus marmoratus</i>	R-P-C	C	T	Dul / A	

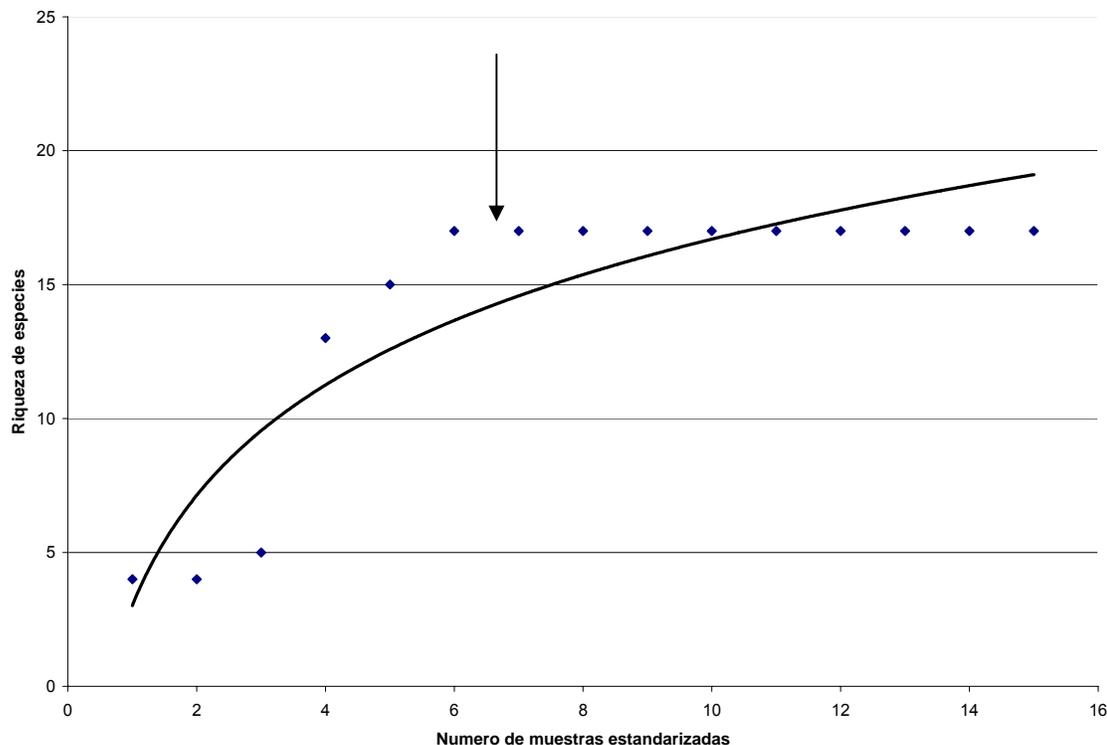


Figura 6. Curva de saturación en muestras estandarizadas por el sistema de electropesca para el área de estudio. La flecha referencia el número de muestras para obtener \pm el 80 % de la riqueza.

m.s.n.m) cuenca Hueque, la composición de especies se amplió, y fueron halladas las especies *Astyanax viejita*, *Gephyrocharax melanocheir*, *Bryconamericus cismontanus* y *Bryconamericus alpha*, *Creagrutus melasma*, *Roeboides dientonito*, *Hoplias malabaricus* y *Rineloricaria rupestre*.

En la parte alta de la cuenca Ricoa fueron registradas las especies *Gephyrocharax melanocheir*, *Rhamdia quelen*, *Poecilia reticulata*, *Hypostomus* sp. y *Synbranchus marmoratus*, esta última especie solo fue registrada para la estación San Pablo. En cuanto a la composición de especies en la cuenca Ricoa, esta cambió en la parte baja. Fueron evidenciadas menos especies (de 4 a 7 especies) a una altura de 127 m.s.n.m. Además, fue registrada la especie anfídroma *Awaous banana* para esta cuenca, la cual se excluyó en el análisis del índice de integridad biótica.

Distribución de los peces

Las especies capturadas en las cuencas Hueque y Ricoa determinaron que la mayor parte de los peces se ubicaron dentro de la categoría de distribución dispersa (57,1%; 12 especies), incluyeron a *Aequidens pulcher*, *Bryconamericus alpha*, *Bryconamericus cismontanus*, *Crenicichla geayi*, *Gephyrocharax melanocheir*, *Hoplias malabaricus*, *Hypostomus* sp., *Lebiasina erythrinoides*, *Poecilia reticulata*, *Roeboides dientonito*, *Rineloricaria rupestre*, *Trichomycterus kneri* fueron los representantes de esta categoría.

Dentro de la clase de distribución local se encontraron (28,6 %; 6 especies), especies como *Ancistrus* cf. *gymnorhynchus*, *Astyanax viejita*, *Creagrutus melasma*, *Hemibrycon jabonero*, *Pimelodella odynea* y *Rhamdia quelen* representaron esta categoría. En la clase de distribución aislada (14,3 %; 3 especies), se incluyeron especies como *Awaous banana*, *Caquetaia kraussii* y *Synbranchus marmoratus*.

La distribución altitudinal de los peces en ambas cuencas varió proporcionalmente. En primer lugar, en la cuenca Hueque los peces estuvieron presentes entre los 200 y 364 m.s.n.m. (Figura 7), con una relación inversa entre las mismas ($R^2 = -72$ %; $P < 0,05$). Por lo que a una mayor altura (> 300 m.s.n.m.) menos especies fueron capturadas (*H. jabonero*, *L. erythrinoides*, *R. quelen*, *T. kneri* y *A. cf. gymnorhynchus*). Contrario a lo observado en la cuenca Ricoa ($R^2 = 78$ %; $P < 0,05$) donde a mayor altura una mayor cantidad de especies fueron capturadas.

Abundancia

En la cuenca del río Hueque, se capturaron 3337 individuos. La especie con mayor abundancia relativa en la cuenca fue *Astyanax viejita* (21,5%) seguido por *Gephyrocharax melanocheir* (17,2 %), *Ancistrus* cf. *gymnorhynchus* y *Hemibrycon jabonero*. Dentro de las menos abundantes se encuentran *Hoplias malabaricus* (0,4 %) y *Caquetaia kraussii* con 0,3 %. Sin embargo, en la cuenca del río Ricoa aunque disminuyó la cantidad de individuos

(778 ejemplares) en comparación con la Hueque, *Astyanax viejita* (36,89 %) resultó ser la especie más abundante, seguida por *Aequidens pulcher* (13,1 %) y *H. jabonero* (10,4 %), las especies menos abundantes en este sistema fueron *Creagrutus melasma* (3 %), *Lebiasina erythrinoides* (2,7 %), *Rhamdia quelen* (1,7 %), *Synbranchus marmoratus* y *Awaous banana* con 0,13 % respectivamente (Tabla 4., Figura 8.)

En la cuenca Hueque fueron halladas 11 especies ocasionales (58 %). De igual forma se encontraron cuatro especies dominantes (21 %), tres especies frecuentes (16 %) y solo una común (5 %). Respecto a la cuenca Ricoa se obtuvo que seis de las especies fueron ocasionales (46 %) y al igual que en la cuenca Hueque cuatro especies fueron dominantes (31 %), dos especies fueron frecuentes (15 %) y solo una fue común (8 %) (Tabla 4.).

Diversidad

La diversidad por medio del índice de Shannon-Wiener (H') fue moderada para ambas cuencas; el ecosistema con mayor diversidad fue Quebracho ($H' = 2,19 \pm 0,1$ SD) y el menor fue Balneario ($1,11 \pm 0,2$ SD). En cuanto a la uniformidad (E) (Hammer, *et al.* 2001) se obtuvieron valores bajos y con un promedio del 56 %, lo que indica que la abundancia íctica en los muestreos varió considerablemente. El mayor valor de uniformidad fue registrado para la cuenca Ricoa y el menor para la cuenca Hueque (Tabla 5). Se obtuvo una relación positiva ($R^2 = 0,90$; $P < 0,05$) entre el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') y la riqueza (S) de las especies de cada una de las estaciones, lo que indica, que a un alto valor del índice de diversidad le corresponde un mayor valor de riqueza. (Figura 9).

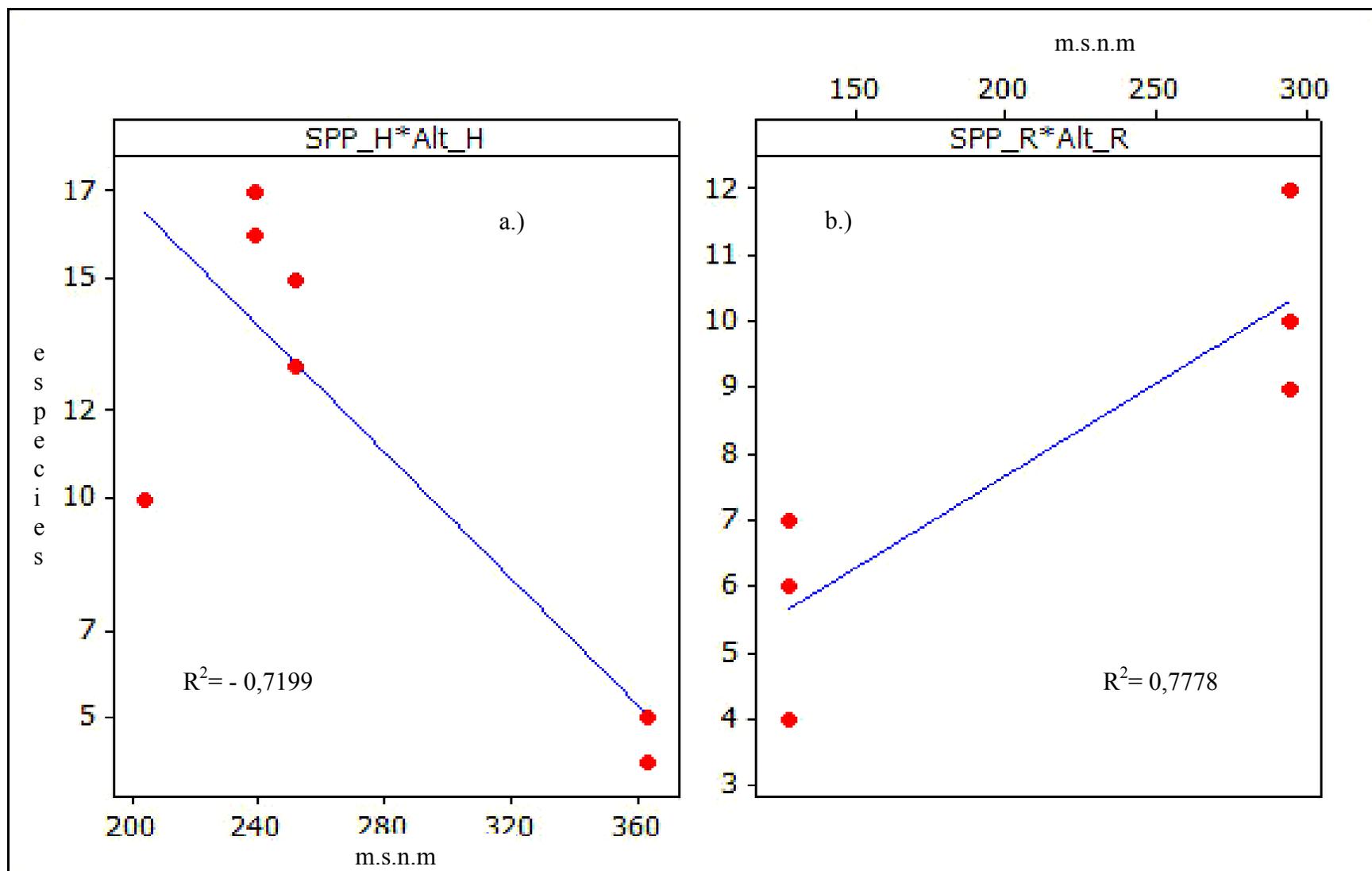


Figura 7. Relación funcional entre la riqueza de especies dulceacuícolas y la altitud (m.s.n.m) de las cuencas a) Hueque y b) Ricoa.

Tabla 4. Lista de las especies reportadas en el estudio por abundancia relativa (Ar) con su clasificación y la clase de distribución en las cuencas Hueque y Ricoa. Los valores en negrita indican la especie con mayor abundancia durante el estudio.

Especies	Ar Hueque	Ar Ricoa	Hueque	Ricoa	Clase Distribución
<i>A. banana</i>	-	0,13	-	ocasional	aislada
<i>A. cf. gymnorhynchus</i>	12,02	5,27	dominante	frecuente	local
<i>A. pulcher</i>	5,63	13,11	frecuente	dominante	restringida
<i>A. viejita</i>	21,49	36,89	dominante	dominante	local
<i>B. alpha</i>	5,90	-	frecuente	-	restringida
<i>B. cismontanus</i>	5,18	-	frecuente	-	restringida
<i>C. geayi</i>	3,27	-	ocasional	-	restringida
<i>C. kraussii</i>	0,09	-	ocasional	-	aislada
<i>C. melasma</i>	1,59	2,96	ocasional	ocasional	local
<i>G. melanocheir</i>	17,17	5,66	dominante	frecuente	restringida
<i>H. jabonero</i>	10,25	10,41	dominante	dominante	local
<i>H. malabaricus</i>	0,45	-	ocasional	-	restringida
<i>Hypostomus</i> sp.	1,65	1,80	ocasional	ocasional	restringida
<i>L. erythrinoides</i>	6,35	2,70	común	ocasional	restringida
<i>P. odynea</i>	2,94	9,00	ocasional	común	local
<i>P. reticulata</i>	0,27	10,28	ocasional	dominante	restringida
<i>R. dientonito</i>	1,92	-	ocasional	-	restringida
<i>R. quelen</i>	1,08	1,67	ocasional	ocasional	local
<i>R. rupestre</i>	2,46	-	ocasional	-	restringida
<i>T. kneri</i>	0,30	-	ocasional	-	restringida
<i>S. marmoratus</i>	-	0,13	-	ocasional	aislada

Estado de conservación del hábitat

Se determinó que de los puntos de muestreo, dos (2) están ubicados en tierras agropecuarias de cultivos anuales y perennes, y cuatro (4) en bosques tropófilos basimontanos deciduos (**Figura 3**, Rodríguez *et al.* 2005). En la zona ha sido registrada la existencia de problemas en la estructura del ecosistema (Rivero *et al.* 2002), como lo es la tala y la quema, la presencia de cultivos en terrenos de altas pendientes, la ausencia de buenas prácticas de conservación de los suelos, al igual que las inadecuadas prácticas de pastoreo. Además de lo anterior, podemos agregar el avance de la frontera agrícola, lo que deteriora el bosque, el suelo y por consiguiente la cantidad y calidad del agua.

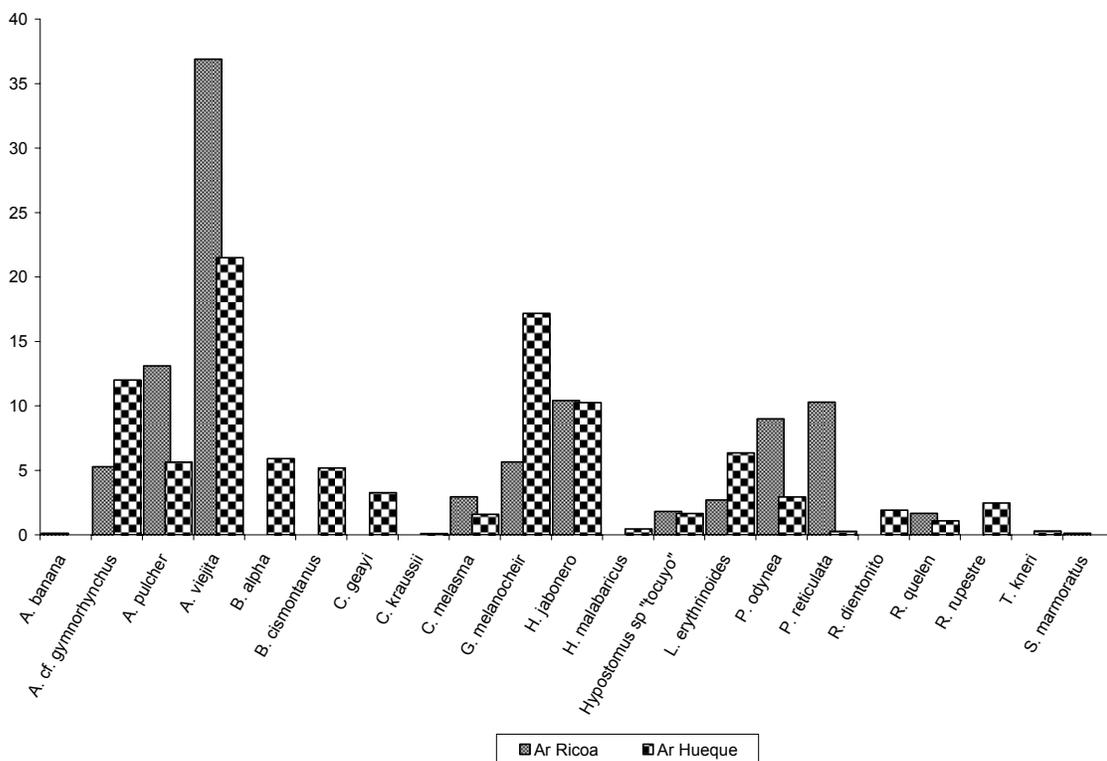


Figura 8. Abundancia relativa de todas las especies presentes en las cuencas Hueque y Ricoa, durante los periodos 2005 y 2006.

Por medio de la evaluación aparente del hábitat (Barbour *et al.* 1999) se determinó que el 83 % de las estaciones de ambas cuencas tienen un hábitat marginal, y el 17 % restante un hábitat pobre. Así se encontró que en la cuenca del río Hueque tres de las estaciones de muestreo (75 %) obtuvieron una calidad ambiental marginal. La estación con mayor puntaje fue Quebracho (7,8 puntos), y por tal razón fue seleccionada como el área más conservada de ambas cuencas. El 25 % restante de las estaciones sobre la cuenca Hueque (una estación) fue clasificado como pobre. Para la cuenca Ricoa el 100 % de las estaciones (dos estaciones) fue clasificada como marginal (Tabla 6.). Se presentó una alta correlación entre la evaluación aparente del hábitat y la riqueza de especies ($R^2 = 0,827$; $P < 0,001$; $n = 15$; Figura 13.), contrario a lo hallado para la evaluación aparente del hábitat y la abundancia ($R^2 = 0,331$; $P > 0,005$; $n = 15$).

Tabla 5. Valores de riqueza y diversidad íctica en las estaciones de muestreo en las cuencas de los ríos Hueque y Ricoa. La diversidad Beta (*) fue obtenida por medio del índice de Jaccard (Hammer *et al.* 2001) y en paréntesis se encuentra las veces que fue muestreada la estación.

Aspectos Índices	Estaciones en la Cuenca Hueque				Estaciones en la Cuenca Ricoa	
	Balneario (3)	Quebracho (3)	Colombia (2)	Remedios (1)	Dos Bocas (3)	San Pablo (3)
Riqueza (S)	5	16	17	10	8	12
Individuos	544	1008	1668	117	111	667
Dominancia (D)	0,35 ± 0,0	0,16 ± 0,0	0,18 ± 0,0	0,32 ± 0,1	0,26 ± 0,1	0,20 ± 0,0
Shannon (H')	1,11 ± 0,2	2,19 ± 0,1	2,10 ± 0,1	1,60 ± 0,3	1,60 ± 0,3	1,98 ± 0,1
Uniformidad (e^H/S)	0,60 ± 0,1	0,56 ± 0,1	0,48 ± 0,1	0,50 ± 0,2	0,62 ± 0,2	0,60 ± 0,1
Fisher alpha	0,76 ± 0,8	2,70 ± 0,6	2,64 ± 0,6	2,62 ± 1,8	1,98 ± 1,8	2,08 ± 0,7
Diversidad Beta *						
Colombia	1					
Quebracho	0,1667	1				
Colombia	0,2222	0,8333	1			
Remedios	0,25	0,5294	0,5882	1		
Dos Bocas	0,30	0,3333	0,3158	0,3846	1	
San Pablo	0,3077	0,4737	0,5263	0,5714	0,5385	1

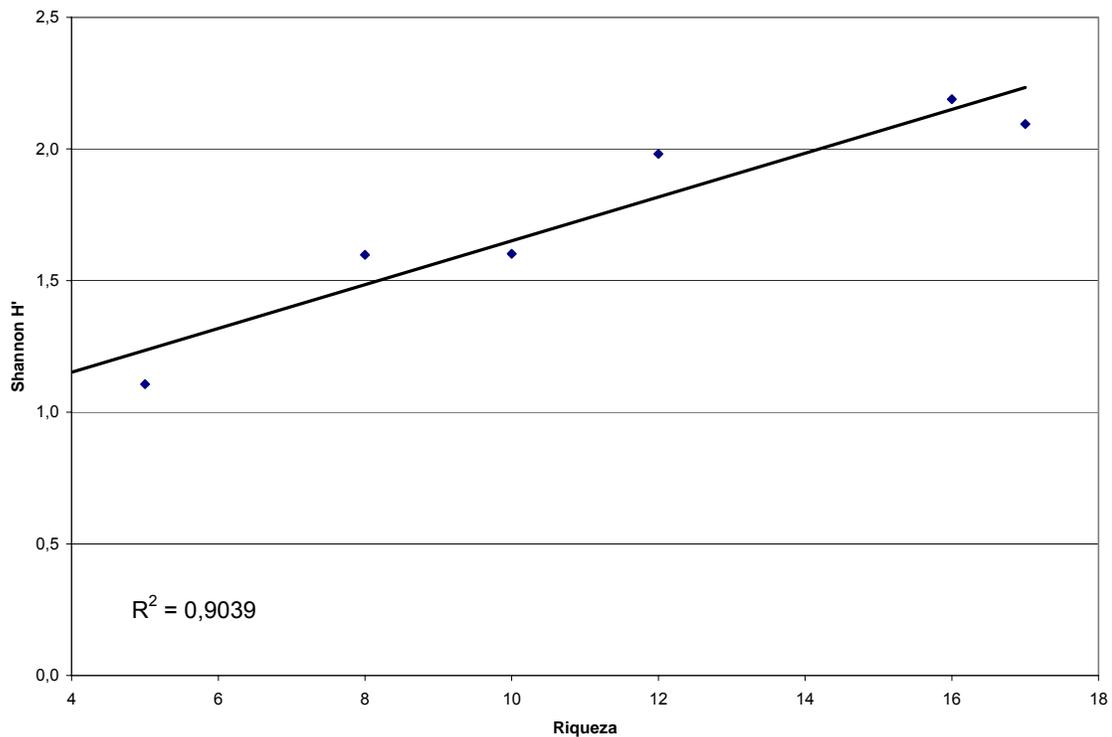


Figura 9. Relación entre el índice de diversidad de Shannon (H') y la Riqueza (S) de especies en las diferentes estaciones de muestreo de las cuencas Hueque y Ricoa.

Integridad biótica

Composición y riqueza de especies. Fue determinada la máxima riqueza (medida 1) para cada una de las estaciones sobre las cuencas. En las estaciones de muestreo de la cuenca Hueque fue determinada la medida uno como mayor o igual a 13 especies en ambientes con menor degradación, por lo tanto le fue asignado el criterio de puntuación con valor cinco (5) a la estación que tuviera el mayor número de especies. Para las estaciones de la cuenca Ricoa la riqueza máxima fue mayor o igual a 10 especies, por lo tanto le fue asignado en criterio de puntuación cinco (5) a la estación que tuviera el mayor número de especies (Tabla 7 y Tabla 8).

Tabla 6. Valores obtenidos en la evaluación aparente del hábitat (modificado de Barbour *et al.* 1999), donde se describen diez parámetros de cada una de las estaciones estudiadas. (H: cuenca Hueque y R: cuenca Ricoa; S y C: sustrato y cobertura; SR: sustrato rocoso; RV: régimen de velocidad; Sed: depositación de sedimentos; FC: estado del flujo del canal; AC: alteración del canal; FR: frecuencia de rápidos; Est Ban: estabilidad de los bancos; Prot Veg: protección vegetal; Amp ZR: amplitud zona riparia; B_Izq: banco izquierdo; B_Der: banco derecho; Total Cuanti: escala numérica del valor total; Total Cual: escala cualitativa del valor total; +: sitio menos intervenido, -: sitios con mayor intervención).

Estación	S y C	SR	RV	Sed	FC	AC	FR	Est Ban		Prot Veg		Amp ZR		Total	Total
								B_Izq	B_Der	B_Izq	B_Der	B_Izq	B_Der	Cuanti	Cuali
Balneario -H	2	1	6	20	7	5	18	4	4	1	1	8	3	4,0	Pobre
Quebracho -H	13	13	15	19	13	19	19	9	9	9	9	4	5	7,8	Marginal +
Colombia -H	19	10	15	10	19	20	7	8	6	8	8	1	1	6,6	Marginal -
Remedios -H	13	15	15	19	13	19	18	3	1	9	9	7	7	7,4	Marginal -
San Pablo -R	9	3	7	19	13	14	18	4	4	2	2	7	9	5,6	Marginal -
Dos Bocas -R	17	6	7	6	18	19	5	7	7	8	5	4	1	5,5	Marginal -

Para los otros criterios de puntuación (3 y 1), la riqueza fue determinada entre 12 y 8 especies para el criterio tres, y menor o igual a siete especies para el criterio uno en las estaciones de muestreo de la cuenca Hueque (Tabla 7). En cuanto a la cuenca Ricoa se encontró que estos valores fueron bajos respecto a los anteriores (de 5 hasta 9 especies para el criterio tres y menor o igual a 4 especies para el criterio uno) (Tabla 8).

En cuanto a la fauna íctica intolerante (medida 2) capturada en los ríos estudiados, fue hallada una escasa presencia de este tipo especies. Solo fue hallada la especie, *Rineloricaria rupestre*, que se capturó únicamente en dos de las estaciones del río Hueque (Quebracho y Colombia) (Anexo G y F).

En la medida tres (proporción de especies dominantes) se evidenció una elevada proporción de especies tolerantes en ambas cuencas; es así como en la mayoría de las estaciones muestreadas se capturaron ejemplares de la familia Poeciliidae (*P. reticulata*). En la Tabla 7 y 8 se muestran los criterios con los cuales fue evaluada esta medida. En donde al criterio de puntuación uno se le adjudicó un valor mayor o igual a 60 % en ambas cuencas. Las estaciones con los menores porcentajes de especies dominantes fueron Quebracho y Colombia respectivamente (92,3 y 94 %; muestras del 2005 y sub-muestra uno del 2006). Respecto a la medida cuatro (índice de diversidad), se obtuvo que los valores mas altos fueron encontrados en las estaciones de la cuenca Hueque (Tabla 5).

Composición trófica. La proporción de omnívoros (Medida cinco) obtuvo los criterios de puntuación en orden ascendente. A una proporción mayor del 70 % de omnívoros se le adjudicó el criterio uno, el criterio tres le fue adjudicado a valores entre 50 y 70 por ciento de omnívoros y a valores menores de 50 % le fue adjudicado el criterio cinco. Las estaciones de muestreo que obtuvieron la mayor proporción de omnívoros, representan más del 33 % del total de los lugares muestreados (Dos Bocas, Balneario) (Anexos C y E).

Tabla 7. Criterios para el puntaje de las medidas del índice de integridad biótica para las estaciones de la cuenca Hueque.

Categoría	Medida	Criterios de Puntuación		
		5	3	1
Composición y riqueza de especies	(1) Número total de especies	≥ 13	12 - 8	≤ 7
	(2) Especies intolerantes	≥ 3	2	1
	(3) Proporción de especies dominantes (Tolerantes)	≤ 40	41 - 59	≥ 60
	(4) Índice de diversidad (Shannon-Wiener)	≥ 2,11	1,41 - 0,71	≤ 0,70
Composición trófica	(5) Proporción de omnívoros	< 50	50 - 70	> 70
	(6) Proporción de herbívoros	> 20	20 - 10	< 10
	(7) Proporción de invertívoros	> 15	15 - 5	< 5
	(8) Proporción de carnívoros	> 5	5 - 3	< 3
Abundancia y condición de los peces	(9) Número de individuos (ind/m ²)	< 4	7 - 5	> 8
	(10) Proporción de peces con anomalías	0	0 - 1	> 1

Tabla 8. Criterios para el puntaje de las medidas del índice de integridad biótica para las estaciones de la cuenca Ricoa.

Categoría	Medida	Criterios de Puntuación		
		5	3	1
Composición y riqueza de especies	(1) Número total de especies	≥ 10	9 - 5	≤ 4
	(2) Especies intolerantes	≥ 3	2	1
	(3) Proporción de especies dominantes (Tolerantes)	≤ 40	41 - 59	≥ 60
	(4) Índice de diversidad (Shannon-Wiener)	≥ 1,80	1,7 - 0,7	≤ 0,6
Composición trófica	(5) Proporción de omnívoros	< 50	50 - 70	> 70
	(6) Proporción de herbívoros	> 20	20 - 10	< 10
	(7) Proporción de invertívoros	> 15	15 - 5	< 5
	(8) Proporción de carnívoros	> 5	5 - 3	< 3
Abundancia y condición de los peces	(9) Número de individuos (ind/m ²)	1	2 - 4	> 4
	(10) Proporción de peces con anomalías	0	0 - 1	> 1

Los criterios de puntuación para la medida seis (proporción de herbívoros) fueron: para el criterio cinco una proporción mayor al 20 % de especies herbívoras; el criterio tres para una proporción entre 10 y 20 por ciento, y el criterio uno para los valores menores de 10 %. Los puntos de muestreo a los que les fue asignado los valores de criterio cinco fueron Balneario y Quebracho (Anexos E y G) estaciones que pertenecen a la cuenca Hueque. En la cuenca Ricoa solo se obtuvo una estación (San Pablo) con el valor del criterio cinco; el resto de las estaciones muestreadas en los años 2005 y 2006 tuvieron valores por debajo del 25 % en la proporción de herbívoros. El punto con el menor puntaje fue Dos Bocas (7,14 % y 0 % respectivamente) en los dos años muestreados.

Con respecto a la medida Proporción de invertívoros se le estableció un valor de criterio cinco a los lugares con un porcentaje mayor a 15 por ciento, el criterio tres fue asignado a valores de 5 hasta 15 %, y a los puntos que tenían un porcentaje menor a cinco por ciento, se le asignó el criterio uno. Las únicas estaciones de muestreo de la cuenca Hueque con valores de criterio cinco fueron Colombia y Remedios (Anexos G y H), y la cuenca Ricoa la estación San Pablo (Anexo D). Los menores valores se presentaron en los puntos Dos Bocas y Balneario (Anexos C y E).

Como se observa en las Tablas 7 y 8, para la medida ocho (Proporción de especies Carnívoras) el criterio de selección para el valor cinco se fijó cuando las especies carnívoras fueran mayores al cinco por ciento, el criterio tres fue otorgado cuando los valores fueron de tres hasta cinco por ciento, y el criterio uno cuando las especies carnívoras fueron menores de tres por ciento. Las estaciones que obtuvieron los valores de criterio cinco fueron Quebracho, Colombia y Remedios (Anexos F, G y H); el menor valor se presentó en la estación San Pablo (Anexo D); en las estaciones Balneario y Dos Bocas no se capturaron especies para ser incluidas en esta medida.

Abundancia y condición de los peces. Para evaluar la medida 9 (Número de individuos) se fijó el criterio cinco para las estaciones de la cuenca Hueque que mostraron capturas de menos de cuatro individuos por metro cuadrado (ind/m^2), el criterio tres para valores de

captura de cinco hasta siete ind/m² , y para el criterio uno para valores de más de ocho ind/m² (Tabla 7) Para las estaciones de la cuenca Ricoa los valores disminuyeron, y el criterio cinco fue adjudicado cuando se capturó un ind/m²; el criterio tres para valores de dos a cuatro ind/m² para el criterio tres y el criterio uno para valores mayores de cuatro ind/m² para los valores del criterio uno (Tabla 8).

Las estaciones de la cuenca Hueque con el criterio cinco fueron dos, y mostraron valores mayores a 3,26 ind/m² (Anexo E) y 2,34 ind/m² (Anexo H). En la cuenca Ricoa solo la estación Dos Bocas obtuvo el criterio cinco (Anexo C). La estación en la cuenca Hueque que obtuvo el mayor valor del criterio uno fue Colombia y en la cuenca Ricoa fue San Pablo.

Por último, en la medida de proporción de peces con anomalías o enfermos (medida 10) se determinó que para el criterio cinco el valor fuera cero; en cuanto a el criterio tres la promoción aumento en valores hasta uno por ciento, y para el criterio uno cuando las proporciones aumentaron en más de uno por ciento. La única estación que tuvo valores mayores a uno por ciento fue Colombia (Anexo G); el resto de las estaciones contaron con valores de cero por ciento.

Modelo final del IBI

Respecto a todo lo anterior, se pudo integrar la información para determinar el modelo final del índice de integridad biótica en donde la estación que mostró el mayor puntaje del IBI fue Quebracho ($\bar{x}= 35,33 \pm 2,87$ IC; $\alpha = 0,05$) y la estación Dos Bocas fue donde se obtuvo el menor valor ($\bar{x}= 21,33 \pm 7,59$ IC; $\alpha = 0,05$); estas estaciones fueron catalogadas dentro de las clases de integridad regular y pobre respectivamente (Anexo B). Los valores promedio de cada criterio pueden ser observados en la Figura 10., así como también cada una de las medidas destacadas en el índice realizado.

En la Figura 11, se muestran los valores promedios obtenidos por el índice de integridad biótica para cada una de las estaciones de las cuencas estudiadas. Así, más del 66 % de las estaciones les fue asignada la clasificación regular y el 33 % restante tuvo una clase de integridad pobre. Por medio de la prueba estadística de Kruskal-Wallis (H) se determinó que no existen diferencias significativas entre los valores obtenidos por el índice de integridad biótica para las cuencas Hueque y Ricoa ($H= 3,5526$; $P>0,05$).

Análisis estadístico

El análisis de cluster permitió agrupar las especies dentro de dos importantes grupos o como en este caso dos cuencas hidrográficas definidas, los que pertenecen a la cuenca Hueque (grupo I) y los de la cuenca Ricoa (grupo II). Cabe destacarse el agrupamiento que realizó el análisis de similitud a la estación Balneario (Bal) la cual pertenece a la cuenca Hueque, en donde fue hallada una similitud mayor al 20 % con las especies presentes en la cuenca Ricoa, por lo que fue agrupada en el grupo II (Figura 12.).

En el ACP se produjeron cuatro componentes principales, de los cuales los tres primeros explican más del 90 % de la varianza acumulada (Tabla 9.). El primer componente representó el 47,3 % de la varianza, en donde el primer vector describió un gradiente altitudinal determinado por las estaciones de mayor altura, las cuales tuvieron: i.) menor velocidad del agua, ii.) menor profundidad, y iii.) rocas de 1 a 5 cm. (Tabla 10.). El coeficiente de la velocidad y la profundidad fueron negativos, lo que indica una relación inversa entre este vector y el primer componente. Así mismo las estaciones con valores elevados del primer componente fueron asociados con valores altos de rocas que tiene una longitud mayores a 10 cm.

El segundo componente representó el 34,4 % y fue determinado negativamente por la arena, las gravas menores a 0,5 cm. y por el fango. El tercer componente representó el 9,7 % y fue determinado negativamente por las gravas de 10 a 30 cm. y el refugio.

Tabla 9. Valores del análisis de componentes principales (ACP), con el porcentaje explicado de la variancia, la variancia acumulada asociada con los primeros cuatro ejes.

Ejes	Eigenvalor	% de Varianza	Var. Acum.	Broken-stick Eigenvalor
1	7,089	47,260	47,260	3,318
2	5,161	34,409	81,669	2,318
3	1,447	9,650	91,319	1,818
4	1,302	8,681	100,000	1,485
5	0,0	0,0	100,000	1,235
6	0,0	0,0	100,000	1,035
7	0,0	0,0	100,000	0,868
8	0,0	0,0	100,000	0,725
9	0,0	0,0	100,000	0,6
10	0,0	0,0	100,000	0,489

En la Figura 13, donde se demuestra que las zonas más altas (las cercanas al Parque Nacional) tienen elevados porcentajes de sombra, refugio y rocas mayores a 30 cm. Sin embargo, cabe destacar que la estación Balneario es un lugar de turismo con notables y localizadas transformaciones del cauce. Contrario a lo observado en las estaciones de mayor altura, la estación Colombia está dominada por el fango, las gravas menores de 10 cm. y la arena, así como con valores altos de sedimentación y los valores menores en la amplitud del bosque ripario. En las estaciones Quebracho y Dos Bocas, el ACP demostró que estas tienen como características las mayores profundidades, así como las mayores velocidades del agua y la presencia de gravas de 10 a 30 cm.

Tabla 10. Valores de los seis vectores para cada una de las variables ambientales (Var. Amb).

Var. Amb	1	2	3	4	5	6
Prof	-0.3447	0.1305	-0.0877	0.2122	-0.6434	-0.2361
Vs	-0.2955	0.2039	-0.3119	0.1398	0.4925	-0.4738
Vm	-0.2880	0.2107	-0.3159	0.1719	0.2310	0.4500
Vi	-0.3685	-0.0135	-0.0890	0.1382	-0.1150	0.2773
Fang	-0.2111	-0.3636	-0.0220	0.0289	-0.0450	0.0285
Aren	0.0785	-0.4219	-0.1246	0.1075	-0.2278	-0.1226
<0.5	-0.0663	-0.4105	-0.0188	0.2751	0.2023	-0.0731
0.5-1	-0.2837	-0.1149	0.2955	-0.4248	0.1126	-0.2387
1-5	-0.3175	0.1925	0.0956	-0.2489	-0.0554	0.2587
5-10	-0.2852	-0.2803	-0.0176	0.1150	-0.2216	0.0485
10-30	0.1858	-0.1402	-0.6651	-0.1021	-0.0460	-0.2244
>30	0.3008	0.2440	0.1752	0.0722	-0.1905	-0.1973
Otro	-0.2658	0.2543	-0.1157	-0.3352	-0.1633	-0.3449
Ref	0.2450	0.2829	-0.3340	-0.0065	-0.2247	0.2061
%S	-0.0407	0.2557	0.2761	0.6442	0.0410	-0.2055

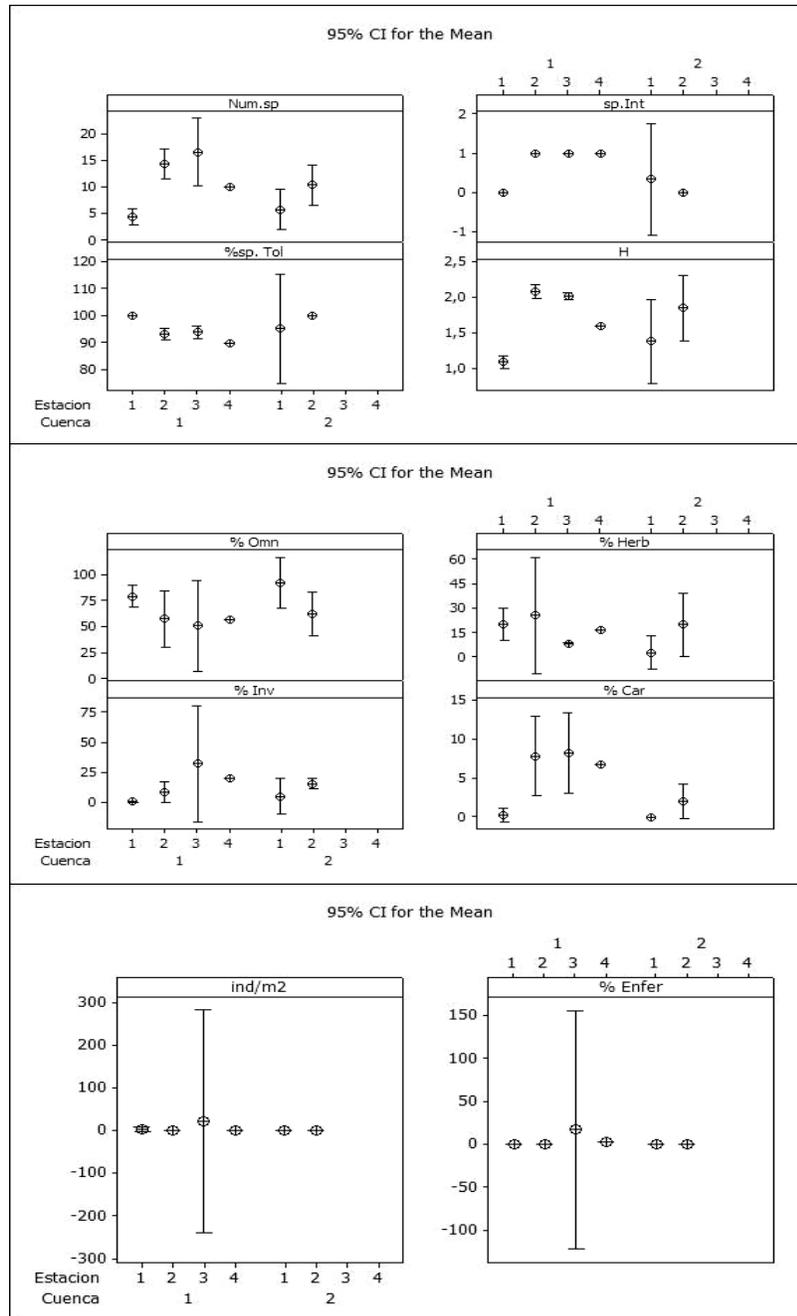


Figura 10. Valores de cada una de las medidas evaluadas (\bar{x} y SD) por el IBI, por cuenca (Cuenca 1= Hueque y 2= Ricoa) y estación (Estación 1.1= Balneario; 1.2 = Quebracho; 1.3= Colombia; 1.4=Remedios; 2.1= Dos Bocas; 2.2= San Pablo). (Num.sp= numero de especies; sp.Int= especies intolerantes; % sp.Tol= proporción de especies tolerantes; H= índice de Shannon; % Omn= proporción de omnívoros; % Herb= proporción de herbívoros; % Inv= proporción de invertívoros; % Car = proporción de carnívoros; ind/m2= densidad; % Enfer= proporción de peces enfermos).

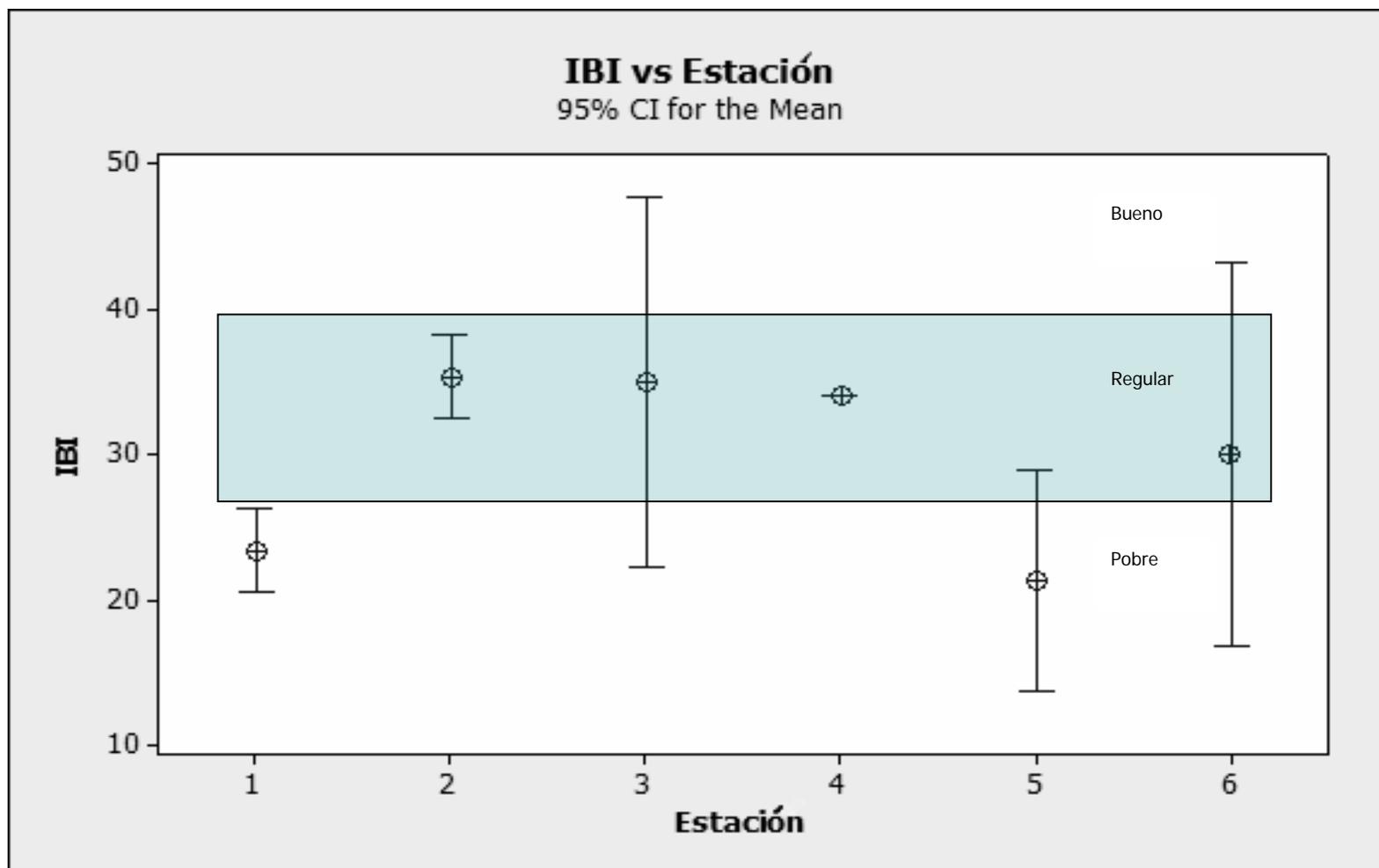


Figura 11. Valores promedio del índice de integridad biótica para las estaciones de muestreo de las cuencas Hueque y Ricoa en la Serranía de San Luís (1: Balneario; 2: Quebracho; 3: Colombia; 4: Remedios; 5: Dos Bocas; 6: San Pablo), La Línea azul indica en rango de la clase de integridad Regular.

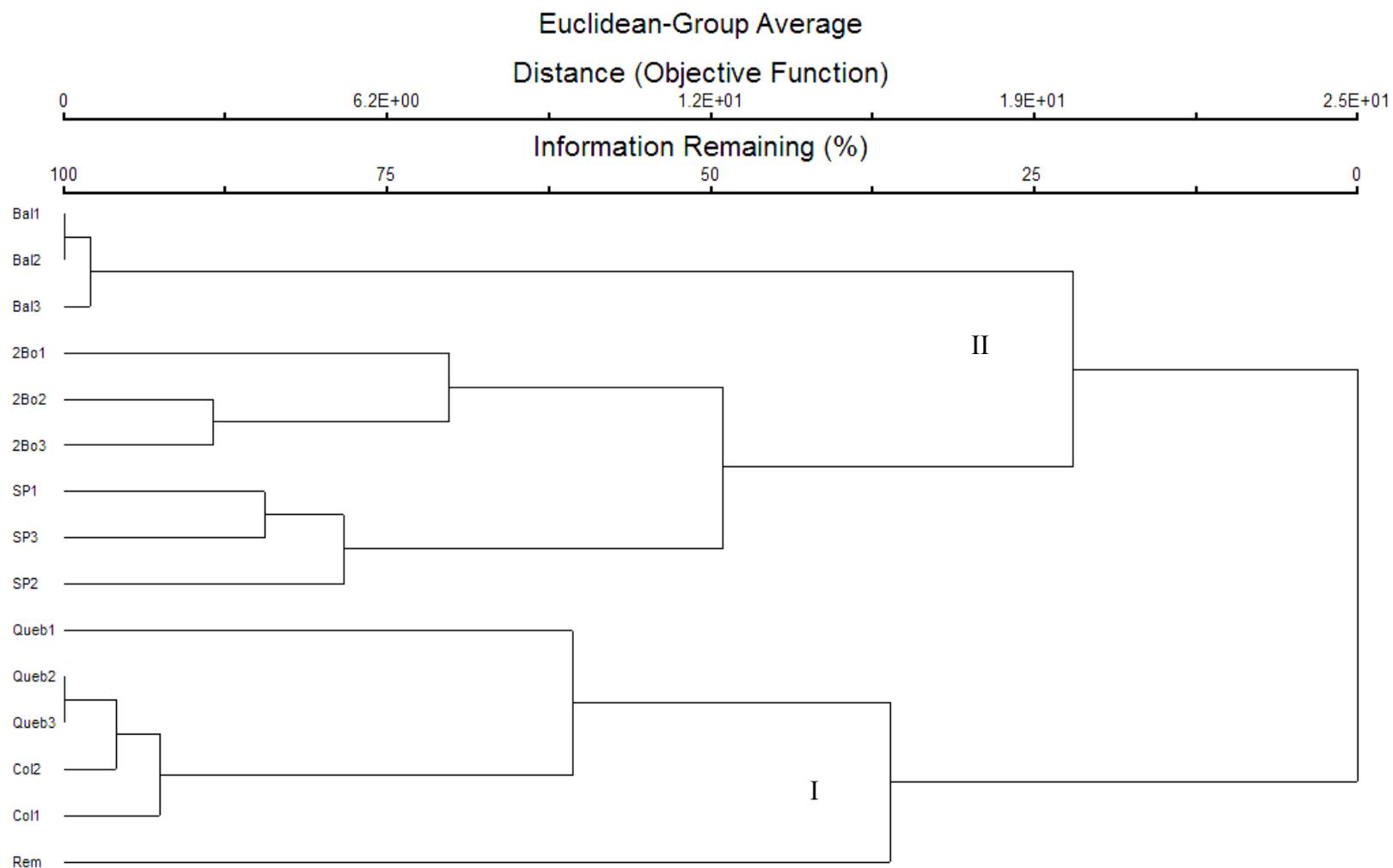


Figura 12. Análisis Cluster basado en la similitud por la presencia y/o ausencia de los peces en las estaciones de muestreo de las cuencas Hueque y Ricoa (las primeras letras indican la estación, el número indica el muestreo realizado ej. Bal1= Balneario, muestreo uno. 2Bo: Dos Bocas; SP: San Pablo; Queb: Quebracho; Col: Colombia; Rem: Remedios).

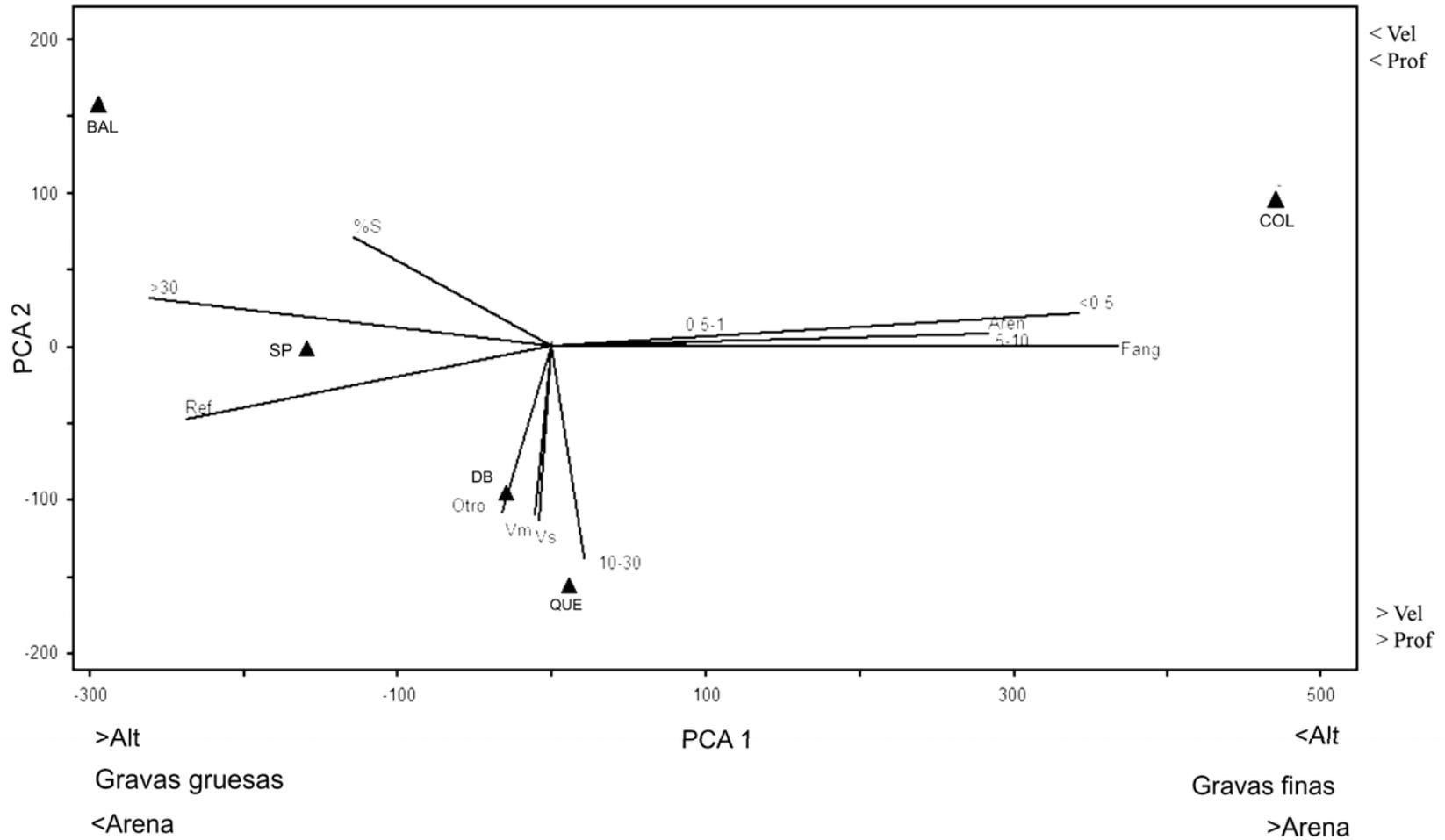


Figura 13. Análisis de Componentes Principales para las variables de hábitat en las estaciones seleccionadas. Se incluyen las estaciones (▲) de ambas cuencas (BAL: Balneario; SP: San Pablo; DB: Dos Bocas; QUE: Quebracho; COL: Colombia) y algunos gradientes (>Alt: mayor altura; <Alt: menor altura; >Vel: mayor velocidad del agua; <Vel: menor velocidad del agua; >Prof: mayor profundidad del cause; <Prof: menor profundidad del cause).

DISCUSIÓN

Riqueza y composición de especies

La taxonomía de las especies regionales es aun confusa. La diversidad de peces en las cuencas Hueque y Ricoa, a diferencia de las cuencas adyacentes, es muy baja, tal y como lo ha indicado Moscó (1990), entre otros autores. Sin embargo, en las cuencas vecinas la diversidad de peces alcanza hasta 120 especies, de acuerdo a los registros (Mago-Leccia 1970, Fernández-Yépez 1972, Taphorn y Lilyestrom 1984, Rodríguez-Olarte *et al.* 2006b, 2007b). Las cuencas objeto de estudio pueden ser reconocidas como cuencas marginales y no como cuencas geológicas marginales (Labastida 2005) debido a la marginalidad de las especies que viven en estas zonas áridas dada la baja riqueza íctica, donde la mayoría de estas han adquirido características ecológicas muy tolerantes. Cerca del 95 % de las especies halladas en esta zona son altamente tolerantes y solo el restante cinco por ciento (una especie) fueron identificadas como intolerantes. Sin embargo, la menor riqueza observada en las cuencas estudiadas esta relacionada a la condición climática que existe en el área de estudio, por ser una zona árida, donde el agua es escasa y los recursos son limitados. En cuanto a la diversidad se pudo determinar que fue moderada y similar a la obtenida por Rodríguez-Olarte *et al.* (2006b) para la cuenca del río Aroa; sin embargo la uniformidad (E) varió considerablemente debido a que se obtuvieron valores bajos.

En las cuencas estudiadas se hallaron algunas especies de las cuencas adyacentes como lo son *Creagrutus melasma* (Agudelo-Zamora *et al.* 2008), la cual tiene como distribución original el norte de Venezuela, desde los drenajes andinos del estado Táchira hasta el oeste en la cuencas caribeñas del estado Sucre (Vari *et al.* 1994), y *Gephyrocharax melanocheir* que se encuentra en la cuenca del río Magdalena (Colombia), en el lago de Maracaibo y en la sierra de San Luís en la cuenca Coro (Bonilla-Rivero *et al.* 2002). Asimismo se observó que *C. melasma* se encuentra restringida en ciertos lugares (e.j. La Cueva del Toro) así como en algunos sitios del centroccidente y en el piedemonte de la serranía de San Luís.

Se reconoció en el análisis de similaridad dos grupos (Hueque y Ricoa). Sin embargo, la asociación al grupo de la cuenca Ricoa (G II) de la estación Balneario perteneciente a la cuenca Hueque, puede tener dos supuestos. La primera puede relacionarse con la historia geológica de la región (Pindell *et al.* 1998, Albert *et al.* 2006), en donde en una época (Paleoceno temprano) estas dos cuencas pudieron estar unidas o por las incursiones marinas realizadas por las especies dulceacuícolas (Rodríguez-Olarte *et al.* 2009). La segunda estaría relacionada con la presencia de las especies propias de las tierras altas, donde existen aguas frías, y características ambientales como cantos de gran tamaño, mayor cobertura del bosque ripario y mayor cantidad de refugios. Sin embargo, cabe destacar que los peces de la familia Astrolepididae no fueron capturados en ninguna de las estaciones de muestreo, similar a lo descrito por Rodríguez-Olarte *et al.* (2007b), que indican que las cuencas de Aroa y Tocuyo son barreras geográficas naturales, que no permiten el solapamiento de las especies de la vertiente Caribe y de la cuenca Orinoco.

Distribución

Se pudo establecer que en la cuenca Hueque a mayor altura existe pocas de especies como puede ser observado en la Figura 7. (Relación funcional entre la riqueza y la altura), contrario a lo hallado en la cuenca Ricoa Figura 7, debido a que en la estación San Pablo el número de especies aumentó al doble. El mayor porcentaje de especies en las cuencas estudiadas tuvo una clase de distribución restringida (Tabla 4). En la estación Dos Bocas se encontraron solo seis especies en promedio donde mas del 60 % son especies dominantes; se hayó la especie *Poecilia reticulata*, que según Araújo (1998) y Casatti (2004), es abundante en lugares donde la calidad del agua es clasificada como pobre. Dentro de las especies ocasionales fueron halladas *Awaous banana* y *Synbranchus marmoratus*, la primera es una especie anfídroma que tiene su ciclo reproductivo en las costas.

Abundancia

De acuerdo con la abundancia se puede decir que en ambas cuencas predominaron las especies ocasionales (13 especies; > 40 % Ar) similar a lo obtenido por Rodríguez-Olarte *et al.* (2007a), para la cuenca del Tocuyo; más del 20 % de la Abundancia relativa (6 especies) fueron dominantes, así mismo más del 15 % (5 especies) fueron frecuentes y más del 5 % (2 especies) fueron halladas como comunes para ambas cuencas. El grupo con mayor presencia en ambas cuencas fueron los Characiformes; las especies más reconocidas dentro de la familia Characidae fueron *A. viejita*, *G. melanocheir* y *H. jabonero*; sin embargo en el grupo de los Siluriformes se reconoció la familia Loricariidae dentro de los que se destacó *A. cf. gymnorhynchus* para la cuenca Hueque.

Sin embargo, Casatti (2004) y Pinto *et al.* (2006), entre otros autores revisitan la importancia de la cobertura riparia para el modelamiento de la ictiofauna y del hábitat acuático como es observado en las estaciones. Lo anterior está ligado a los resultados obtenidos en la estación Dos Bocas, la cual tiene alteraciones en la cobertura riparia, además de las mayores velocidades en el flujo del agua y las mayores profundidades en el canal.

Tolerancia

Un alto porcentaje (> 80 %) de las especies reportadas en las estaciones evaluadas fueron clasificadas como especies tolerantes para ambas cuencas. La única especie capturada que fue intolerante habita en dos de las seis estaciones de ambas cuencas, esto de acuerdo con los trabajos realizados en las cuencas de Aroa y Tocuyo (Rodríguez-Olarte *et al.* 2006a, 2006b, 2007a, 2007b); los altos porcentajes de especies tolerantes hallados en el área de estudio están ligados con los factores ambientales y climáticos. Por lo que dichos factores repercuten en todos los procesos y en el comportamiento de las diferentes especies, que se adaptan para vivir en tales condiciones. Así muchos de los animales que habitan estas zonas

han desarrollado diversos mecanismos para maximizar el uso del agua y el alimento, lo que los transforman en especies tolerantes.

Conservación aparente versus diversidad

Mol y Ouboter (2004), Casatti *et al.* (2006) y Pinto *et al.* (2006) describen que las comunidades acuáticas son afectas por las alteraciones generadas al ambiente y en el estudio se pudo observar estos hechos. En la estación Dos Bocas se comprobó que las alteraciones al ambiente reducen la integridad biótica, dado que en esta estación no existen pozas, ni remansos lo que es justificado en el ACP donde se evidenció una mayor velocidad y profundidad a lo largo de todo el canal en esta estación (Figura 13); de igual forma fueron obtenidos valores bajos en la amplitud del bosque ripario. Karr y Chu (1999) indican que los impactos antrópicos en aguas frías pueden incrementar la riqueza de especies, pero en aguas cálidas comúnmente es inversa la situación. Dichos investigadores infieren que con la alteración de uno de los cinco grupos de atributos se puede presentar la degradación del recurso acuático (e.j. calidad de agua, estructura del hábitat, flujo, fuentes de energía e interacciones bióticas) como fue reflejado en las estaciones con los menores puntajes de IBI (Balneario y Dos Bocas). De la misma forma López-Rojas y Bonilla-Rivero (2000) determinan que la disminución en la diversidad de los peces de la cuenca del lago Valencia, esta asociada al incremento de la población lo que ejerce un incremento en la contaminación ejercida por la agricultura, la industria y las ciudades.

Recientemente Rodríguez-Olarte *et al.* (2006a) describieron algunas de las alteraciones que sufre una porción de los ríos de las montañas de la cuenca Aroa. Los autores anteriormente nombrados indican que hay una estrecha relación entre los valores de la conservación aparente de los ambientes y los valores del IBI, sobre todo, la preservación del hábitat físico en los ecosistemas naturales es un requerimiento fundamental para mantener la diversidad (Barbour *et al.* 1999); esto mismo fue evidenciado en el presente trabajo cuando fueron correlacionados los valores obtenidos en la evaluación aparente del hábitat y los

valores finales del IBI ($R^2=0,724$; $P<0,05$; Figura 14.). En la relación entre la evaluación aparente del hábitat y la riqueza de especies de las estaciones objeto de estudio, pudo ser observada la existencia de una relación altamente significativa y esta se explica en más del 80 % ($R^2= 0.827$; $P< 0,000$; Figura 15); en otras palabras se dice que si la calidad del hábitat disminuye, de forma proporcional disminuirá la riqueza de especies en los sistemas estudiados (Casatti *et al.* 2006).

En el caso particular de los ríos evaluados fueron observadas varias alteraciones, donde se destaca la estación Balneario debido a la modificación ambiental que esta tiene; dicha estación como su nombre lo indica tiene un centro de recreo donde se han modificado algunas de las variables ambientales. En cuanto al valor de la evaluación cualitativa del hábitat la estación Balneario fue clasificada como pobre (Tabla 6), aunque los valores bajos obtenidos en la evaluación aparente del hábitat de esta estación pueden también estar asociados con la altura (364 m.s.n.m.) y otros parámetros como la temperatura del agua. Lessard y Hayes (2003) advierten que los embalses afectan la calidad del agua y modifican las condiciones de hábitat, al mismo tiempo que alteran las poblaciones de peces y macroinvertebrados tanto residentes como migratorios que viven río abajo.

De igual forma, es importante indicar que con una alta homogeneidad ambiental en cada una de las estaciones, la riqueza de especies carnívoras resultó ser baja (Karr 1981, Araújo 1998; Pinto *et al.* 2006). Dado que la pérdida de algunos de los componentes físico-químicos y del ambiente pueden cambiar la composición, distribución, abundancia y riqueza de las especies, además de causar la desaparición o disminución de las mismas (Karr y Chu 1999), ciertamente, la problemática actual que sufren las zonas áridas y semiáridas al igual que los demás ecosistemas terrestres y acuáticos que se encuentran sometidos a una fuerte presión por las actividades humanas está relacionada con las actividades agrícolas, especialmente, por el predominio de la ganadería intensiva, el auge

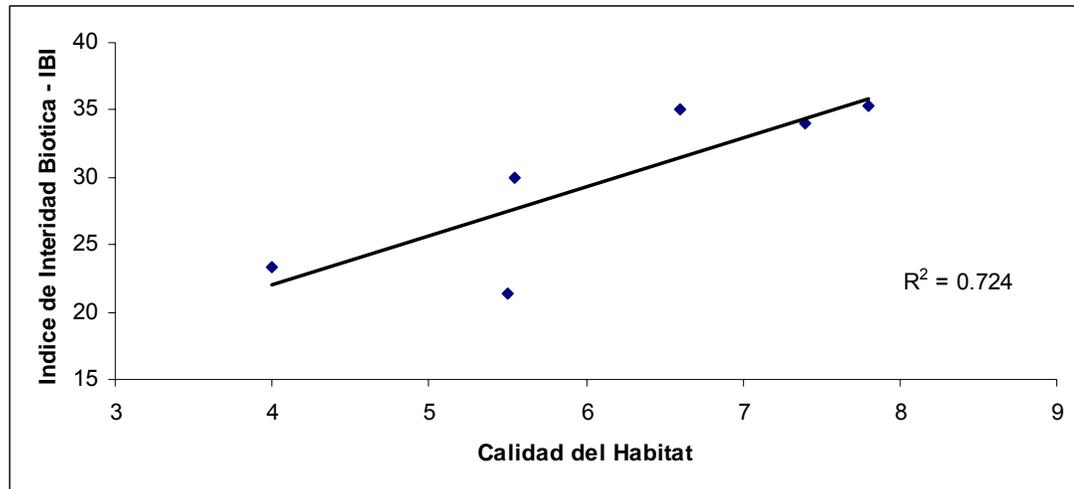


Figura 14. Relación entre el IBI y la evaluación aparente del hábitat en las dos cuencas estudiadas, durante los años 2005 y 2006.

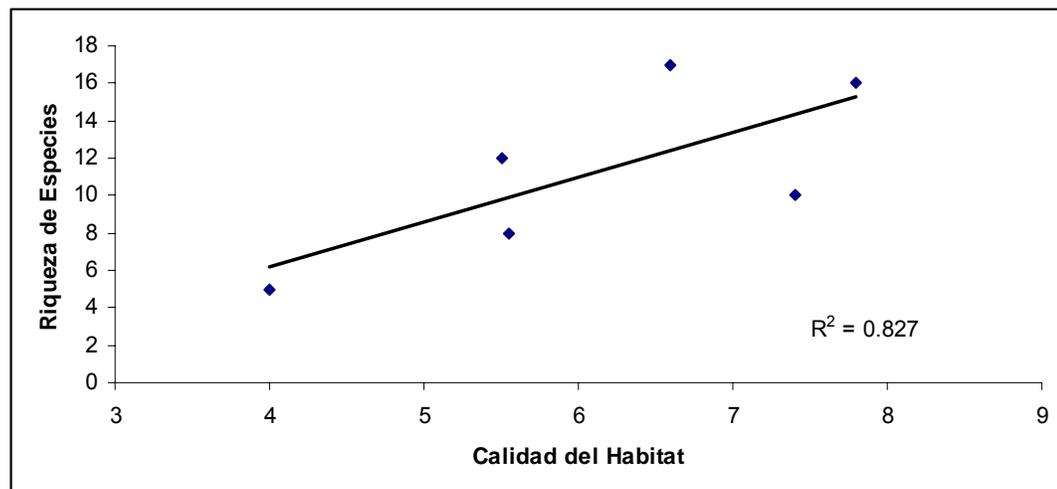


Figura 15. Relación entre la evaluación aparente del hábitat y la riqueza de especies hallada en las cuencas Hueque y Ricoa durante los años 2005 y 2006.

de la agroindustria y de algunos proyectos extractivos (Sanford 2005; Howorth y Pendry 2006). Sin embargo, en el caso de Venezuela un gran número de cuencas aun no tienen un estado legalmente protegido. Allan *et al.* (2006) describen que muchos de los ríos piedemontinos de los andes venezolanos contienen especies significativas para la conservación y estas áreas carecen de una legislación adecuada en cuanto a la conservación.

Otra de las problemáticas en cuanto a conservación que presentan las cuencas estudiadas son los embalses; Velásquez (1999) y Holmquist *et al.* (1998) indican que de acuerdo con el tamaño del embalse estos afectan el clima regional, aumentan la sismicidad, incrementan la incidencia de algunas enfermedades y propician la desaparición de especies acuáticas o establecen otras nuevas. Cartaya *et al.* (2005a) por su parte discuten sobre las desventajas que generan los embalses en la región falconiana; asocian las consecuencias que traen para el ecosistema estuarino, dado el incremento de su salinidad por falta de aportes de agua dulce que favorezca la dilución de la cuña de agua salada por acción de las mareas. Es aquí donde será amenazada no sólo la dinámica productiva y el equilibrio del estuario, sino también se hallarán alteradas las poblaciones humanas aledañas cuyo sustento alimentario (la pesca) depende en gran parte de los cambios químicos en este humedal. Es importante indicar aquí, que en el área de estudio se encuentran dos embalses activos (Hueque y Barrancas). En la estación Dos Bocas, tramo del río Ricoa que no cuenta con embalse, fue capturada la especie migratoria *Awaous banana*, que no se encontro en las otras estaciones debido a la presencia de los embalses, lo que confirma lo expresado por los citados autores.

Resulta entonces que el hábitat físico es uno de los más importantes factores que afectan directamente la abundancia y la diversidad de la biota acuática (Gorman y Karr 1978, Kasyak 1996, Rodríguez-Olarte *et al.* 2007b). Esto resulta importante, debido a que contiguo a la estación Balneario se da inicio al parque nacional “Juan Crisóstomo Falcón” y es aquí donde se deberían tomar medidas más estrictas para retener el avance de la frontera agrícola, ya que como fue expresado por (OTEHA 1962), Rodríguez (1997), Rivero *et al.* (2002), este es un importante centro productor de agua tanto de consumo

humano como industrial (petroleras). Sin embargo, esta no debe ser la única razón que determine la importancia en las áreas protegidas o parques nacionales (Castaño-Villa 2006).

Queda bastante claro que lo anteriormente expuesto resultan ser impactos antrópicos importantes, lo que podría aumentar el riesgo de pérdida de biodiversidad, de igual forma sería una catástrofe debido a que la mayor parte de las estaciones están situadas antes de los embalses, lo que deterioraría la calidad del agua. Cabe recordar que el agua de dichas represas es usada con fines humanos (Novoa 1992); sin embargo el agua de estos embalses no es usada por las personas de la región. Entonces tenemos que la deforestación del bosque tanto en la cabecera como en la rivera del río incrementan los sedimentos y la temperatura del agua (Noss 1987, Rabeni y Smale 1995, Roldan 2003, Casatti *et al.* 2006), entre otros muchos efectos estudiados por un sin número de autores.

Índice de integridad biótica

De igual manera y como es citado por Rodríguez-Olarte y Taphorn (1995), la adaptación del IBI como método de monitoreo envuelve un gran número de dificultades en su ejecución y posterior análisis.

Para los autores antes nombrados, la adaptabilidad del IBI en ríos de la cuenca del río Apure obtuvo valores bajos promedios (< 35 : Regular - Pobre) en este índice; sin embargo, también determinaron que algunos caños compartían una clasificación de la integridad como muy pobre y sin peces y así infieren y destacan estos autores que la calidad ambiental se encuentra estrechamente ligada al valor final del IBI como lo han descrito otros autores. A su vez Rivera y Marrero (1994) determinaron para los ríos Guache y Guanare un mejor valor en la integridad (< 54 : Buena - Regular) en las partes altas de estos dos afluentes, y concluyen que más del 57 % de las estaciones fueron clasificados con una integridad buena y el resto con una integridad regular.

Rivera y Marrero (1994) resaltan que los valores más bajos de integridad en su estudio están asociados a las intervenciones antrópicas que fueron hechas en las partes bajas de los ríos, lo que provoca erosiones, inundaciones, reducción de la complejidad en el hábitat y por ende la disminución en las poblaciones tanto de peces como invertebrados.

Rivera y Marrero (1994) describen un gradiente altitudinal, donde evidencian en las partes altas mejores valores de integridad, que es inverso a lo descrito por Rodríguez-Olarte y Taphorn (1995), en la parte baja de este ecosistema debido a los efluentes de la ciudad de Guanare disminuyen la integridad, definiéndola como muy pobre y sin peces. Esto último también fue descrito por Echevarria (2006) en su IIBm en la estación donde emergen los efluentes de la población de Biscucuy. Rodríguez-Olarte *et al.* (2006a) concluyen que su modelo de IBI identificó a los ríos de la sierra de Aroa con una integridad buena, los cuales mantienen un estatus de conservación y protección en esta cuenca.

Hasta aquí puede ser observado de acuerdo a todo lo anterior, que las zonas altas de los ríos tienen mayores o mejores valores en la integridad biótica, todo esto relacionado con que las estaciones se encuentran en áreas cercanas o dentro de parques nacionales, o presenten una baja intervención antrópica ya sea en la calidad del agua, el régimen de flujos, la estructura del hábitat o en los usos de la tierra, como es descrito por Karr (1991) y reseñado por Boon (1998) y Pinto *et al.* (2006); inversamente a lo observado en las zonas bajas, donde se cuenta con la destrucción del bosque ripario y la alteración del ecosistema ribereño. De igual manera, estos comportamientos fueron observados en el presente estudio. Además, se encontró que la evaluación aparente del hábitat esta positivamente correlacionada con el IBI, con valores significativos para los periodos estudiados ($R^2=0,724$; $P < 0,05$; Figura 14). Sin embargo, aunque la estación Balneario es la más cercana al parque nacional esta fue clasificada dentro de la clase de integridad Pobre, y este resultado esta estrechamente relacionado con la evaluación aparente del hábitat obtenida en dicha estación. El anterior hecho resulta similar a lo obtenido por Rodríguez-Olarte *et al.* (2006a) en el río Crucito, que aunque se encuentra en las inmediaciones del Parque Nacional Yurubí, los autores

indicaron que dicho afluente tiene serias alteraciones en el sustrato y que alteran su integridad.

No obstante, aunque la estación Balneario fue clasificada como Pobre, el ACP (Figura 13) demuestra que tanto la estación Balneario como San Pablo que son las estaciones mas cercanas al Parque Nacional, tienen un sustrato mayor a treinta centímetros, al igual que un buen porcentaje de sombra (%S) y buena cantidad de refugios, lo que evidencia la calidad de los ríos de montaña. Por consiguiente el bajo número de especies halladas en la estación Balneario puede afectar en gran manera los valores finales del IBI, lo que resulta interesante metodológicamente hablando, debido a que con cinco o menos especies en la medida uno (Número total de especies) los valores finales del IBI se ven afectados por esta característica.

Existen algunas limitantes para la aplicación del IBI en las cuencas bajo estudio, como el número de especies registradas en las cuencas; en la estación balneario se observó que con menos de cinco especies el IBI puede presentar valores bajos, pero no se hallaron diferencias significativas en cuanto a los valores registrados en el IBI respecto a las cuencas ($H= 3,27$; $P>.05$; $\alpha = 0,05$). Otra medida que debe ser completamente clara para estas zonas y que presenta una debilidad son las tolerancias de las especies. Entonces deberían ser estudiados a fondo el comportamiento natural, la estructura trófica y la tolerancia de las especies de estas zonas. Por lo tanto resulta importante que sean nuevamente catalogadas o definidas las tolerancias de las especies aquí reportadas. Lo anterior se debe a que se fundamentó en la biología de estas especies que tienen como distribución los llanos y otras áreas del país diferentes a las estudiadas, se hace necesario la determinación de manera certera de las especies que se encuentran en ambientes hostiles y áridos en un clima como el del área de estudio, donde los pocos recursos naturales existentes están siendo explotados al máximo.

Dentro de las variadas limitantes, tenemos el clima, el cual juega un papel importante en la recolección de los datos, dado que los muestreos deben ser realizados en la época de sequia.

Lo anterior fue considerado de acuerdo a lo expresado por Rodríguez-Olarte *et al.* (2006b) y Pinto *et al.* (2006), debido a que en este período los afluentes tienen menores caudales y pueden ser reconocidos algunos agentes antrópicos, que se expresan en alteraciones ambientales. Contrario a lo obtenido en el período de lluvia, donde las alteraciones naturales de los ambientes generan errores como alto contenido de sedimentos en el agua, cambios en el sustrato, y algunas limitaciones para la ejecución de muestreos estandarizados, entre muchos otros. Con respecto a lo anterior, no fue posible extender las estaciones a un mayor número de lugares o afluentes debido a que las visitas fuera del periodo antes mencionado impiden el desarrollo del mismo, al igual que generan un sobre costo en el proyecto.

Es oportuno ahora incluir nuevas localidades para el biomonitoreo. Aunque es pertinente decir, que para tener un completo detalle de lo que acontece con esta zona es de vital importancia haber muestreado las mismas estaciones para complementar el estudio con datos históricos posteriores que indiquen cambios ambientales y en las comunidades ícticas. No obstante, es importante determinar el efecto de los embalses que se encuentran en la zona, para determinar la diversidad e integridad de manera certera y obtener conclusiones sobre lo que sucede con estas dos cuencas y las comunidades acuáticas antes y después de los embalses (Taphorn y García 1991). Sin embargo, algunos muestreos que fueron realizados en cercanías a la costa y que no fueron incluidos dentro del análisis, indicaron la poca diversidad dulceacuícola donde las especies dominantes fueron las marinas, así como también fueron observados grandes impactos realizados por empresas como Holcim, la estación de Flujo Cumarebo de PDVSA y la camaronera en Bocas de Ricoa sobre muchas de las quebradas que circundan las áreas de dichas empresas.

IMPLICACIONES DE MANEJO Y RECOMENDACIONES

Rodríguez-Olarte y Taphorn (1995) indicaron que para los sistemas acuáticos nacionales es urgente, la necesidad de evaluarlos; además de monitorearlos constantemente. Esto debido a las intervenciones humanas realizadas en cada uno de los ambientes acuáticos a donde el ser humano llega. Como es de esperar los ríos de las cuencas estudiadas tienen afectadas las comunidades biológicas y por lo tanto la integridad biótica, en donde estas perturbaciones han sido ocasionadas por las actividades humanas dentro de las cuales pueden ser nombradas, el mal uso de la tierra que desencadena una agricultura mal estructurada, la ganadería extensiva, la deforestación y la quema como método para la expansión ganadera y agrícola, además de darle paso a la erosión de los terrenos. Aquí como en muchos documentos se establece que para evitar el deterioro de los ambientes es importante que se den algunas implementaciones para el manejo de los sitios objeto de estudio lo que genera algún mantenimiento y protección para ciertas áreas.

Deben ser revisadas los datos biológicos de las especies para estas zonas del país, lo cual exige una mayor profundización en los estudios biológicos, taxonómicos y ecológicos de las especies indicadoras en estas áreas; ya que en la zona de estudio fueron encontradas nuevas distribuciones de peces como el caso de *Creagrutus melasma*, y la posibilidad de nuevas especies como la especie que fue clasificada dentro de *Ancistrus* cf. *gymnorhynchus*, porque todavía se encuentran cuellos de botella con respecto a la taxonomía de especies en estas zonas áridas que son poco estudiadas.

Como primera medida, debe ser obligatorio la conservación del bosque en la Serranía de San Luís y el bosque ripario en los afluentes estudiados, debido a que este Parque Nacional es la zona productora de agua de las cuencas Hueque y Ricoa, como también de las cuencas Coro y Mitare; por lo tanto es de vital importancia para los pobladores del Centro y del Oeste del estado Falcón y la península de Paraguaná; poner en practica la cultura de restauración y protección de estos hábitat (ver: Palmer *et al.* 2005; Giller 2005; Jansson *et al.* 2005; Gillilan *et al.* 2005). Además, por medio de la variabilidad natural de los caudales

resulta ser el mejor modo con el que se garantiza la sustentabilidad de los ecosistemas acuáticos, así como también la entrada adecuada de sedimentos y materia orgánica, las fluctuaciones naturales del calor y luz, entre otros. Para lo anterior estos ecosistemas deben ser protegidos o restaurados, además si son reconocidos por leyes que indiquen que ellos no son: a.) simples cuerpos aislados, y que se encuentran estrechamente ligados con el ambiente terrestre, b.) determinar que las dinámicas en los caudales promueven la integridad y sustentabilidad de los sistemas acuáticos, y que c.) los ecosistemas acuáticos requieren de un sin número de condiciones dentro de los rangos naturales, sin que estos experimenten excesivas oscilaciones.

Deben ser creados otros requerimientos para redefinir el uso de agua, ya que casi todas las políticas creadas en la mayoría de los países latinoamericanos simplemente son fundamentadas en satisfacer las necesidades sanitarias humanas. Es importante reconocer que el agua cada día es un recurso más limitado y que si los ecosistemas dulceacuícolas no son mantenidos saludables o restaurados, este hecho podrá crear conflictos entre regiones y porque no entre naciones. De acuerdo con esto se deben: a.) Concentrar las políticas que permitan que los afluentes tengan variaciones de caudal naturales, junto con la calidad y cantidad del agua, b.) Incluir al agua para que sea vista dentro del contexto de paisaje, c.) Incrementar los métodos de comunicación y educación entre las disciplinas, d.) Ampliar los esfuerzos de restauración de los ecosistemas acuáticos donde se usen los principios ecológicos como guías, e.) Mantener y proteger los ecosistemas dulceacuícolas restantes que están deteriorados, y f.) Infundir los conceptos de ecosistema en casa (Baron *et al.* 2003).

Por lo anterior, es de vital importancia vincular en el tema ambiental a las escuelas, colegios y comunidades, con el fin de orientarlos a un mejor uso de los recursos naturales renovables; para permitir la aplicación de estas metodologías haciendo estas evaluaciones mucho más regionales. La divulgación de los resultados de trabajos interdisciplinarios, es importante que sean dispuestos en medios masivos (prensa, radio, televisión, entre otros) con el fin de informar a la sociedad en general, lo que generaría una conciencia para

hacerlos participes de los problemas que afrontan nuestros ríos y sean artífices de las estrategias de manejo para la recuperación de estos.

CONCLUSIONES

Las características físicas del hábitat fueron los parámetros que permitieron determinar el estado de conservación aparente de los ambientes en cada una de las estaciones de muestreo.

Se estableció la existencia de problemas antrópicos en el área de estudio, los cuales afectan directamente el ecosistema acuático.

En la cuenca del río Hueque tres de las cuatro estaciones de muestreo (Quebracho, Colombia y Remedios) fueron clasificadas como marginales dentro de la evaluación aparente del hábitat y la estación Balneario fue clasificada como pobre dentro de la misma evaluación.

Para la cuenca Ricoa el total de las estaciones (San Pablo y Dos Bocas) fueron clasificadas como marginales dentro de la evaluación aparente del hábitat.

En la estación Balneario fueron observadas modificaciones en las áreas adyacentes al canal; para el resto de las estaciones fue evidenciado el avance de la frontera agrícola, la cual se extiende hacia las zonas altas cercanas al Parque Nacional Sierra de San Luís.

Las capturas y registros permitieron la realización del inventario de peces de las cuencas Hueque y Ricoa, lo que permitió la identificación de 21 especies, que no tienen un valor comercial, a excepción de la especie *Hoplías malabaricus* que es usada por los pobladores de la región como de subsistencia.

El mayor número de especies lo obtuvo la cuenca Hueque (19 especies), y según los valores obtenidos por el índice de Shannon-Wiener esta cuenca tiene la mayor diversidad.

De las especies capturadas e identificadas, más del 40 % fueron clasificadas como especies ocasionales en ambas cuencas.

Fue ampliado el rango de distribución del carácido *Creagrutus melasma*.

La existencia del gradiente altitudinal fue determinada por medio del análisis de componentes principales donde se observó la ausencia o presencia de algunas especies en determinados hábitats.

El modelo del índice de integridad biótica empleado pudo ser adaptado y aplicado en los ríos estudiados. Esto permitió conocer la integridad y el estado de conservación de los ríos de la región Oeste del estado Falcón.

Fue evidenciado que con menos de cinco especies en ambientes áridos el índice de integridad biótica puede obtener algunos errores en el valor total.

Se determinó que más del 66 % de las estaciones tienen una integridad regular y no fueron halladas diferencias significativas entre las dos cuencas estudiadas.

El índice de integridad biótica resultó ser una herramienta que permitió evaluar las condiciones biológicas de los sistemas acuáticos y reunió los atributos de las comunidades de peces que evalúan los efectos de las actividades antrópicas sobre los ríos.

REFERENCIAS

- Agudelo-Zamora, H. D., Taphorn, D. C. y Rodriguez-Olarte, D. 2008. Clave para los peces del género *Creagrutus* Gunther (Teleostei: Ostariophysii: Characiformes) del Centroccidente de Venezuela. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*. Vol 12:111-116
- [APHA] American Public Health Association. 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th edition. A. E. Greenberg, L.S. Clesceri, and A. D. Eator, editors. American Public Health Association. Washington, D. C.
- Allan, D. J. 2004. LANDSCAPES AND RIVERSCAPES: The Influence of Land Use on Stream Ecosystems. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 35:257–84.
- _____ y Flecker, A. 1993. Biodiversity conservation in running waters. *Bioscience*. 43 (1): 32-43.
- _____. Brenner, A. J., Erazo, J., Fernandez, L., Flecker, A., Karwan, D. L., Segnini, S., and Taphorn, D. 2001. Land Use in Watersheds of the Venezuelan Andes: a Comparative Analysis. *Conservation biology* 16(2): 527-538.
- _____, Flecker, A. S., Segnini, S., Taphorn, D. C., Sokol, E., Kling, G. W. 2006. Limnology of Andean piedmont rivers of Venezuela. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 25 (1): 66-81.
- Albert, J. S., Lovejoy, N. R. and Crampton, W. R. 2006. Miocene tectonism and the separation of cis- and trans-Andean river basins: Evidence from Neotropical fishes. *Journal of South American Earth Sciences*. 21: 14-27.
- Amaro, A. G. 2003. La ictiofauna indicadora de la integridad biológica en afluentes de la cuenca media del río Aroa, estado Yaracuy Venezuela. Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Venezuela. 70 p.
- Araújo, F. G. 1998. Adaptation of the index of biotic integrity based on fish assemblages in the Paraiba do Sul River, RJ, Brazil. *Rev. Bras. Biol.* vol. 58, núm. 4.
- Armbruster, J. 2003. The species of the *Hypostomus Cochliodon* group (Siluriformes: Loricariidae). *Zootaxa* 249: 1-60.
- Arrington, D. A. and Winemiller, K. O. 2005. Organization and maintenance of fish diversity in shallow waters of tropical floodplain rivers. Pages 25-36 in: R.L. Welcomme y T. Petr, (eds) *Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries Volume 2*. Mekong River Commission, Phnom Penh, Cambodia.

- Arthington A.H., Lorenzen K., Pusey B.J., Abell R., Halls, A., Winemiller K.O., Arrington D.A., Baran E. 2004. River fisheries: ecological basis for management and conservation. In: Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries Volume I. Welcomme, R. and T. Petr, Eds, FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand. RAP Publication 2004/16, 21-60 p.
- Bain, M. B. 1999. Substrate. Pages 95-100. *in* Bain, M. B. and Stevenson, N. J. Editors. Aquatic Habitat assessment: common methods. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland.
- Barbour, M. T; Gerritsen, J.; Snyder, B. D. and Stribling, J. B. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers; Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.
- Baron, J. S.; LeRoy Poff, N.; Angermeier, P. L.; Dahm, C. N.; Gleick, P. H.; Hairston, N. G.; Jackson, R. B.; Johnston, C. A.; Richter, B. D. and Steinman, A. D. 2003. Sustaining Healthy Freshwater Ecosystems. Ecological Society of America. **Traducción al español.** Yahdjian, M. L. 2003. Ecosistemas de Agua Dulce Sustentables. Issues in Ecology (Tópicos en Ecología). 10:1-18
- BirdLife International and Conservation International. 2005. *BirdLife's online World Bird Database: the site for bird conservation- IBAs in the Tropical Andes – Venezuela.* Version 2.0. IBAs in Venezuela pages 643 – 652. Cambridge, UK: BirdLife International. [*En Línea:*] <http://www.birdlife.org> (consultada 5/4/2006)
- Books, T. M., Pimm, S. L. and Collar, N. J. 1997. Deforestation predicts the number of threatened birds in Insular Southeast Asia. *Conservation Biology* 11:382-394.
- Boon, P. J. 1998. River restoration in five dimensions. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 8:257-264.
- Bonilla-Rivero, A, Lopez-Rojas, H E, y Machado-Allison, A. 2002 Especiación vicariante en el género *Gephyrocharax eigenmann* 1912 Pisces: Characidae: Glandulocaudinae de Venezuela. INCI, mar. vol.27, no.3, p.118-127. ISSN 0378-1844.
- [BFBM] Bureau of Freshwater y Biological Monitoring. 2004. Fish IBI Report 2002. Water monitoring and standards. Vol 1 of 2. NJ Department of Environmental Protection. 32 p.
- Bryce, S. A., R. M. Hughes and P. R. Kaufmann, 2002. Development of a bird integrity index: using bird assemblages as indicators of riparian condition. *Environmental Management* 30: 294–310.
- Caiola, N., de Sosota, A., Casals, F., Sánchez, S y Franch, C. s/f . Tipología biológica de ríos mediterráneos y su importancia en la aplicación de la directiva marco del agua. Facultad de Biología, Universitat de Barcelona. 6 p.

- Camargo, M., Giarrizo, T. e Carvalho, J. 2005. Levantamento Ecologico Rapido da Fauna Ictica de Tributarios do Medio-Baixo Tapajos e Curua. *Bol. Mus. Para. Emilio Goeldi, ser. Ciencias Naturais, Belem*, 2(1):229-247.
- Campo, M. A. y González-Fernández, M. 1998. Inventario de íctiofauna en las cuencas de los ríos Mitare, Remedios, Seco y quebradas de las cuevas del Toro, estado Falcón y cuenca del río Tocuyo, estados Lara y Falcón (Julio 1995 – Julio 1997). Informe. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Servicio Autónomo Profauna. Dirección de Manejo de Fauna Acuática. Maracay. 18 p.
- Cartaya, S. y Méndez, W. 2005. Modelo Geomorfológico de un estuario tropical caribeño: desembocadura del río Hueque, Costa Oriental del estado Falcón, Venezuela. Investigación y Postgrado 20 (1) Caracas.
- Cartaya, S., Méndez, W. y González, L. 2005. Geomorfología y sedimentología de los ambientes depositacionales recientes del complejo estuarino de los ríos Hueque y Curarí, Estado Falcón, Venezuela Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. ISSN 0188-4611, Núm. 58, 7-33 p.
- Casatti, L.. 2004. Ichthyofauna of two streams (silted and reference) in the upper Paraná river basin, southeastern Brazil. *Braz. J. Biol.*, 64(4): 757-765.
- _____. Langeani, F. 2002. Avaliação da integridade biótica dos riachos da região noroeste do Estado de São Paulo utilizando comunidades de peixes. In: III Simpósio do Programa BIOTA/FAPESP, 2002, São Carlos, SP. Resumos do III Simpósio do Programa BIOTA/FAPESP. 15-15 p.
- _____. Langeani, F., Silva, A. M., and Castro, R. M. C. 2006. Stream fish, water and habitat quality in a pasture dominated basin, Southeastern Brazil. *Braz. J. Biol.* 66 (2B):681-696
- Castaño-Villa, G. J. 2006. Áreas protegidas, criterios para su selección y problemáticas en su conservación. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas.* 10: 79-101.
- Clavero, M., Blanco-Garrido, F. and Prenda, J. 2004. Fish fauna in Iberian Mediterranean river basins: biodiversity, introduced species and damming impacts. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 14:575-585.
- Ceas, P. A. and Page, L. M. 1996. *Chaetostoma yurubiense* (Teleostei: Siluriformes), a new species of Loricariid catfish from the Aroa, Urama, and Yaracuy River systems in Venezuela. *Copeia.* 3: 671-677.
- Chernoff, B., A. Machado-Allison, K. Riseng, and J. R. Montambault (eds.). 2003. A Biological Assessment of the Aquatic Ecosystems of the Caura River Basin, Bolívar State, Venezuela. RAP Bulletin of Biological Assessment 28. Conservation International, Washington, DC.
- [CAF] Corporación Andina de Fomento. 2000. Las lecciones de El Niño: Memorias del Fenómeno El Niño 1997 - 1998: Retos y propuestas para la Región Andina: Venezuela. Caracas. 248 p.

- Contreras-Balderas, S., R.J. Edwards, M.L. Lozano-Vilano y M.E. García-Ramírez. 2002. Índice biológico de integridad en el río Sabinas, Coahuila, México. *Res. VII Cong.Nal. de Ict.*, Puerto Ángel, Oaxaca, México, 3 p.
- Cummins, K. W. 1962. A evaluation on some thecniques for the collection and analysis of bentic samples with especial emphasis on lotic waters. *American Midland Naturalist*. 67:477-504.
- Deegan, L.A., J. Finn, S.G., Ayvazian, C.A., Ryder-Kieffer and J. Buonaccosi. 1997. Development and validation of an estuarine biotic integrity index. *Estuaries* 20:601-617.
- Decreto n° 674. 1995. Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso Parque Nacional “Juan Crisóstomo Falcón en la Sierra de San Luis”. República Bolivariana de Venezuela. 36 p.
- Deguisse, I. E. y Kerr, J. 2005. Protected Areas and Prospects for Endangered Species Conservation in Canada. *Conservation Biology*. 20(1) 48-55.
- Dinnerstein, E.; Olson, D.M.; Graham D.J.; Primm, S.A.; Bookbinder, M.P.; Ledec, G. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y del Caribe. Fondo Mundial para la Naturaleza - Banco Mundial. Washington D.C. 135 p.
- Eigenmann, C. 1920. The Fishes of Lake Valencia, Caracas, and of the Rio Tuy at El Concejo, Venezuela. Study No 44. Indiana University Studies. Vol VII. 18 pg.
- Echevarria, G. 2006. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad del agua en el río Guanare, Edo. Portuguesa, Venezuela. Tesis MSc. UNELLEZ, Guanare.
- [EPA] Environmental Protection Agency. 1993. Fish field and laboratory methods for evaluating the biological integrity of surface waters. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC. EPA-600-R-92-111.
- Escalona, P., Riera, C. y Zeman, A. 1992. Estudio preeliminar de pequeños aprovechamientos hidráulicos superficiales en la cuenca del río Mitare y zonas vecinas. FUDECO. Volumen 1. 80 p.
- Escobar, R. 1991. Reconocimiento geológico para los pequeños aprovechamientos hidráulicos en el departamento Democracia, estado Falcón. 16 p.
- Fausch, K., Karr, J., and Yant, P. 1984. Regional application of an Index of Biotic Integrity based on stream fish communities. *Transactions of the American Fisheries Society*. 113:39-55.
- Fernández-Yépez, A. 1972. Análisis ictiológico del complejo hidrográfico “Río Yaracuy”. Dirección de Obras Publicas, Venezuela. 25 p

- Fore, L. S, 2002. Response of diatom assemblages to human disturbance: development and testing of a multimetric index for the mid-Atlantic Region (USA). In Simon, T. P. (ed.) *Biological Response Signatures: Indicator Patterns using Aquatic Communities*. CRC, Boca Raton FL: 445–480.
- FUDECO. 1973. II inventario de aguas superficiales de la Región Centro Occidental. Barquisimeto.
- FUDECO. 2006. Estadísticas del Estado Falcón. *[En Línea:]* <http://www.fudeco.org/estados/falcon/general/index.htm>. (consultada 10/4/2006)
- Gerson, A.F., W. P. Williams and R.G. Bailey. 2000. Fish assemblages as indicators of water quality in the middle Thames estuary, England (1980-1989). *Estuaries* 23 (3):305-317.
- Giller, P. S. 2005. River restoration: seeking ecological standards. Editor's introduction. *Journal of Applied Ecology*. 42:201-207
- Gillilan, S., Boyd, K., Hoitsma, T. and Kauffman, M. 2005. Challenges in developing and implementing ecological standards for geomorphic river restoration projects: a practitioner's response to Palmer *et al.* (2005). *Journal of Applied Ecology*. 42:223-227.
- Gabriels, W., Goethals, P. L. M. and Pauw, N. De. 2005. Implications of taxonomic modifications and alien species on biological water quality assessment as exemplified by the Belgian Biotic Index method. *Hydrobiologia* 542:137–150
- Goldstein, R.M. and Meador, M. 2004. Comparisons of fish species traits from small streams to large rivers. *Transactions of the American Fisheries Society* 133:971–983.
- _____, and Meador, M. 2005. Multilevel Assessment of Fish Species Traits to Evaluate Habitat Degradation in Streams of the Upper Midwest. *North American Journal of Fisheries Management* 25:180–194.
- _____, Simon, T.P., Bailey, P.A., Ell, Michael, Pearson, Eric, Schmidt, Konrad, and Enblom, J.W., .1994. Concepts for an Index of Biotic Integrity for Streams of the Red River of the North Basin: North Dakota Water Quality Symposium Proceedings, March 30-31, 1994, Fargo, North Dakota, North Dakota State University Extension Service, pp.169-180. *[En Línea:]* <http://mn.usgs.gov/redn/rpts/ibi/ibi.htm> (consultada 22/4/2006)
- González de, C., Picard Cadillat, X. e Iturralde de Arozena, J. 1980. Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas. Tomos I y II, Ediciones Foninves, Caracas, Venezuela.
- Gorman, O. T. and Karr, J. R. 1978. Habitat structure and stream fish communities. *Ecology*. 59:507-515.

- Habit, E., Belk, M. C., Tuckfield, R. C. and Parra, O. 2006. Response of the fish community to human-induced changes in the Biobio River in Chile. *Freshwater Biology*. 51:1–11.
- Hammer, O., Harper, D.A.T., and P. D. Ryan, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. [*En Linea:*] http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm (*consultada 22/4/2006*)
- Hijmans, R. J., Cameron, S., Parra, J. P., Jones, P. G and Jarvis, A. 2005a. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *Int. J. Climatol.* 25: 1965–1978.
- Hijmans, R. J., Guarino, L., Jarvis, A., O' Brien, R., Mathur, P., Bussink, C., Cruz, M. Barrantes, I. and Rojas, E. 2005b. DIVA-GIS, Version 5.2. A geographic information system for the management and analysis of genetic resources data. Manual. International Potato Center, Lima, Peru. [*En Linea:*] <http://www.diva-gis.org> (*consultada 22/4/2006*)
- Hill, B. H., A. T. Herlihy, P. R. Kaufmann, R. J. Stevenson, F. H. McCormick and C. B. Johnson, 2000. The use of periphyton assemblage data as an index of biotic integrity. *Journal of the North American Benthological Society* 19: 50–67.
- Holmquist, J. G. Schmidt-Gengenbach, J. M. and Yoshioka, B. B. 1998. High Dams and Marine-Freshwater Linkages: Effects on Native and Introduced Fauna in the Caribbean. *Conservation Biology*. 12 (3): 621-630.
- Howorth, R. T. and Pendry, C. A. 2006. Post-cultivation secondary succession in a Venezuelan lower montane rain forest. *Biodiversity and Conservation* 15:693-715.
- Jamieson, G., Wallis, G. and Briskie, J. 2006. Inbreeding and Endangered Species Management: Is New Zealand Out of Step with the Rest of the World?. *Conservation Biology* 20(1):38-47.
- Jansson, R.; Backx, H. Boulton, A. J.; Dixon, M.; Dudgeon, D.; Hughes, F. M. R.; Nakumura, K. Stanley, E. H.; and Tockner, K. 2005. Stanting mechanism and refining criteria for ecologically successful river restoration: a comment on Palmer *et al.* (2005). *Journal of Applied Ecology*. 42:218-222
- Karr, J. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries* 6(6):21-27.
- _____. 1991. Biological integrity: a long-neglected aspect of water resource management. *Ecological Applications*. 1:66-84
- _____. 1998. Rivers as sentinels: Using the biology of rivers to guide landscape management. Pages 502-528 in R.J. Naiman and R.E. Bilby, editors. *River Ecology and Management: Lessons from the Pacific Coastal Ecosystem*. Springer, NY.
- _____. , Fausch, K., Angermeier, P., Yant, P. and Schlossler, I. 1986. Assessing biological integrity in running waters a method and its rationale. Illinois Natural History survey. Spec. Pub. 5.

- Karr, J. and Chu, E. 1999. Restoring life in running waters: better biological monitoring. Island Press. 206 p. ISBN 1-55963-674-2.
- Kasyak, P. F. 1996. *Maryland biological stream survey: sampling manual*. Maryland Department of Natural Resources, Monitoring and non-tidal Assessment Division.
- Kerrans, B. L y Karr, J. 1994. A benthic index of biotic integrity (B-IBI) for rivers of the Tennessee Valley. *Ecological Applications* 4:768-785.
- Klemm, D. J., K. A. Blocksom, F. A. Fulk, A. T. Herlihy, R. M. Hughes, P. R. Kaufmann, D.V. Peck, J. L. Stoddard, W. T. Thoeny y M.B. Griffith, 2003. Development and evaluation of a macroinvertebrate biotic integrity index (MBII) for regionally assessing mid-Atlantic Highlands streams. *Environmental Management* 31: 656–669.
- Kinsolving, A. D. y Bain, M. B., 1990. A new approach for measuring cover in fish habitat studies. *Journal of Freshwater Ecology*. 5:373-378.
- Labastida, J. R. 2005. Consecuencias de ascenso de nivel del mar en Tabasco. Gaceta Geografica, Instituto de Geografia de la UNAM. Año 1, Vol. 6: 6-12.
- Lammert, M. y Allan, D. J. 1999. Assessing biotic integrity of streams: Effects of scale in measuring the influence of land use/cover and habitat structure on fish and macroinvertebrates. *Environmental Management* 23(2): 257-270.
- Lasso, C. A. y Machado-Allison, A. 2000. Sinopsis de las especies de peces de la familia Cichlidae presentes en la cuenca del río Orinoco. Claves, diagnosis, aspectos bioecológicos e ilustraciones. Serie Peces de Venezuela. Universidad Central de Venezuela.
- _____, Lew, D., Taphorn, D., DoNascimento, C., Lasso-Alcalá, O., Provenzano, F., y Machado-Allison, A. 2004. Biodiversidad ictiológica continental de Venezuela. Parte I. Lista de especies y distribución por cuencas. *Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat* 159-160: 105-195.
- Lehner, B., Verdin, K. and Jarvis, A. 2006. HydroSHEDS Technical Documentation. World Wildlife Fund US, Washington, DC. Available at: <http://hydrosheds.cr.usgs.gov>.
- Lessard, J. L. y Hayes, D. B. 2003. Effects of elevated water temperature on fish and macroinvertebrate communities below small dams. *River Res. Applic.* 19: 721–732.
- Li, H. W. and Li, J. L. 1996. Fish Community Composition, Chapter 18. in: *Methods in Stream Ecology* (eds) Hauer, F. R., Lamberti, G. A. Academic Press. 674p.
- Lobón-Cerviá, J. 1991. Dinamica de poblaciones de peces en ríos. Pesca eléctrica y métodos de capturas sucesivas en la estima de abundancias. Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. España.
- López-Rojas, H. y Bonilla-Rivero, A. 2000. Anthropogenically induced fish diversity reduction in lake Valencia Basin, Venezuela. *Biodiversity and Conservation* 9:757-765.

- Machado-Allison, A. 1993. Los peces de los llanos de Venezuela: Un ensayo sobre su historia natural, C.D.C.H. Universidad Central de Venezuela, Caracas, 127 p.
- Machado-Allison, A. 1994. Factors affecting fish communities in the flooded plains of Venezuela. *Acta Biologica Venezuelica* 15:59-75.
- Mago-Leccia F. 1970. Lista de los peces de Venezuela. MAC. ONP, Caracas.
- _____. 1978. Los peces de agua dulce en Venezuela. Cuadernos Lagoven. 35 p.
- _____. y Marin, G. 2004. Contribución al estudio de los peces del rio Neveri, Edo. Anzoátegui-Venezuela. *BioLlania* 14:59-77.
- Magurran, E. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press. 179 p.
- Maldonado-Ocampo, J., Ortega A., Usma J., Galvis G., Villa-Navarro F., Vasquez L., Prada S. y Ardila R. 2005. Peces de los andes de Colombia. Guía de Campo. Instituto de investigación en Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Ramos López editorial. Bogota. 346 p.
- Márquez, G. 2003. Ecosistemas Acuáticos Continentales. [*En Línea:*] http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/IDEA/2010615/lecciones/eco_col/eco_col5.html. (consultada 5/4/2006).
- Márquez, G. y Guillot, G. 2001. Ecología y efecto ambiental de embalses: aproximación con casos colombianos. IDEA – Universidad Nacional de Colombia. Medellín.
- Marin, D. 1979. Recursos hídricos del estado Falcón. Análisis regional de la vegetación y el ambiente. Instituto Universitario de Tecnología Coro I.U.T.C. Coro. 85 p.
- [MARN] Ministerio de Ambiente y de los Recursos Naturales. 2000. Informe nacional sobre la implementación de la convención de naciones unidas de lucha contra la desertificación y mitigación de la sequía. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales. República Bolivariana de Venezuela. 106 p.
- [MARN] Ministerio de Ambiente y de los Recursos Naturales. 2004. Programa de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía de la República Bolivariana de Venezuela. FUNDAMBIENTE. 112 p.
- Matteucci, S., Colma, A. y Pla, L. 1982. Análisis regional de la vegetación y el ambiente del estado Falcón. En: IUT [Instituto Universitario de Tecnología]. Relieve y Geología de Falcón. 89 p.
- Meador, M. R. and Goldstein, R. M. 2003. Assessing water quality at large geographic scales: relations among land use, water physicochemistry, riparian condition, and fish community structure. *Environmental Management* 31: 504–517.
- _____; Hupp, C. R.; Cuffney, T. F. and Gurtz, M. E. 1993a. Methods for characterizing stream habitat as part of the national water-quality assessment program. U.S. Geological Survey. Open-File Report 93-408. Raleigh, North Carolina.

- Meador, M. R., Cuffney, T. F. and Gurtz, M. E. 1993b. Methods for sampling fish assemblages as part of the National Water-Quality Assessment Program. U.S. Geological Survey, Open-File Report 93-104, Raleigh, North Carolina.
- Meador, M. R. 2005. Single-Pass versus Two-Pass Boat Electrofishing for Characterizing River Fish Assemblages: Species Richness Estimates and Sampling Distance. *American Fisheries Society* 134:59–67.
- Minns, K.C., V.W. Cairns, R.G. Randall and J.E. Moore. 1994. An index of biotic integrity (IBI) for fish assemblages in the littoral zone of Great lakes areas of concern. *Can. J.Fish. Aquat. Sci.* 51:1804-1822.
- Moscó, J. 1990. Peces del estado Falcón. Trabajo de ascenso. Categoría Asociado. Universidad del Zulia. Maracaibo. 168 p.
- Mol, J. H. and Ouboter, P. E. 2004. Downstream effects of erosion from small-scale gold mining on the instream habitat and fish community of a small neotropical rainforest stream. *Conservation Biology* 18(1):201-214.
- Moyle, P. B., Randall, P.J. 1996. Sierra Nevada Ecosystem Project: Final report to Congress, vol. II, Assessments and scientific basis for management options. Davis: University of California, Centers for Water and Wildland Resources. Vol 2, Cap 34:975-983.
- Neumann, W. 1966. Estudio de reconocimiento para el aprovechamiento de los recursos hidráulicos de la cuenca del Río Mitare. Estado Falcón. Ministerio de Obras Públicas. Dirección de Obras Hidráulicas. División de Planeamiento, Barquisimeto, Venezuela. p.irreg.
- Noss, R. F. 1987. Corridors in real landscapes: A Reply to Simberloff and Cox. *Conservation Biology*. 1(2): 159-164.
- Novoa, D. 1992. Manejo Acuícola de embalses en Venezuela. En: Avances en el manejo y aprovechamiento acuícola de embalses en America Latina y el Caribe. Juárez Palacios, J. R. y Farsi, E. (ed). FAO.
- Myers, A. 2002. The Index of Biotic Integrity. Ichthyology Class Project, University of Texas at Austin. **[En Línea:]**
http://www.sbs.utexas.edu/bio354l/Projects/2002/MYERS_ALEXANDRA_GALT/myers.html
- [OTEHA] Oficina Técnica de Estudios Hidráulicos y Agronómicos. 1962. Reconocimiento de la hoya del río Hueque, Estado Falcón. Dirección de Obras Hidráulicas. Caracas, Venezuela. 98 p.
- [OTEHA] Oficina Técnica de Estudios Hidráulicos y Agronómicos. 1972. Estudio de la disponibilidad de agua para riego en la zona Centro-Norte del estado Falcón y posibilidad de aumento de las reservas de agua de Coro y Paraguana. 25 p.

- Páez, F. 1976. Estudio de suelos semidetallado valles quebrada Macoruca y río Ricoa estado Falcón. Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Recursos Hidráulicos. Unidad Hidrográfica III. Barquisimeto, Venezuela. 54 p.
- Palmer, M.A., Bernhardt, E.S., Allan, J.D., Lake, P.S., Alexander, G., Brooks, S., Carr, J., Clayton, S., Dahm, C., Follstad Shah, J., Galat, D.J., Gloss, S., Goodwin, P., Hart, D.H., Hassett, B., Jenkinson, R., Kondolf, G.M., Lave, R., Meyer, J.L., O'Donnell, T.K., Pagano, L., Srivastava, P. y Sudduth, E. (2005) Standards for ecologically successful river restoration. *Journal of Applied Ecology*. 42, 208–217.
- Pla Sentis, I. 1985. Origen, distribución y diagnóstico de suelos afectados por sales en Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)*, XIV (1-2): 125-150.
- Plafkin, J.L., Barbour, M.T., Porter, K.D., Gross, S.K., and Hughes, R.M., 1989, Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers-benthic macroinvertebrates and fish: US. Environmental Protection Agency, EPA/440/4-89/001.
- Pérez, J. E., Alfonsi, C., Nirchio, M., Muñoz, C., and Gómez, J. A. 2003. The introduction of exotic species in aquaculture: a solution or part of the problem?. *INTERCIENCIA* 28(4):234-238.
- Pérez, F. 1976. Estudio de suelos semidetallado vales quebrada Macoruca y río Ricoa, Estado Falcón. Barquisimeto : Ministerio de Obras Públicas. Dirección General de Recursos Hidráulicos. Unidad Hidrográfica III. 54 p.
- Pielou, E.C., 1975, Ecological diversity. John Wiley and Sons, Inc. New York, NY, 165 p.
- Pindell, J. L., Higos, R., and Dewey, J. F. 1998. Cenozoic palinspastic reconstruction, paleographic evolution and hydrocarbon setting of the Northern margin of South America. *Society for Sedimentary Geology (SEPM), Special Publication No. 58*: 45-84.
- Pinto, B. C. T., Araujo, F. G. and Hughes, R. M. 2006. Effects of landscape and riparian condition on a fish index of biotic integrity in a large southeastern Brazil river. *Hydrobiologia*. 556:69-83.
- Pozada-Ruiz, A. 2004. Escarabajos copronecrófagos como indicadores de calidad biótica de fragmentos de bosque, mediante muestreos rápidos. Municipio de El Retiro (Antioquia). Trabajo de grado, Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional sede Medellín. 52 p.
- Rabeni, C. F. and Smale, M. A. 1995. Effects on siltation on stream fishes and the potencial mitigating role of the buffering riparian zone. *Hydrobiol.* 303:211-219.
- Rivera, M. 1994. Utilización de la íctiofauna como indicadora de la integridad biótica de los ríos Guache y Guanare, estado Portuguesa, Venezuela. Tesis MSc. UNELLEZ, Guanare. 169 p.
- Rivera, M y Marrero, C. 1995. Determinación de la calidad de las aguas en las cuencas hidrográficas, mediante la utilización del Índice de Integridad Biótica (IIB). *Biollania* 11: 127-148.

- Rivero, J. C., Contreras, W., Owen de Contreras, M. E. y Molina, Y. 2002. Diseño de un programa de desarrollo rural sustentable: Caso Caritupe, Municipio Petit, estado Falcón-Venezuela. *Rev. Geog. Venez.* 43 (1):97-112.
- Rodríguez, J. C. 1997. Estudio hidrológico integral de los ríos del estado Falcón. Instituto Nacional de Obras Sanitarias. Republica Bolivariana de Venezuela.
- Rodríguez, J. P. 2001a. Exotic Species introductions into South America: an underestimated threat? *biodiversity and conservation*. 10:1983-1996.
- Rodríguez, J. P. 2001b. La amenaza de las especies exóticas para la conservación de la biodiversidad suramericana. *INTERCIENCIA*. 26 (10) 479-483.
- Rodríguez, J. P., R. Lazo, L.A. Solórzano y F. Rojas-Suárez (eds.). 2005. Venezuela Digital. Centro Internacional de Ecología Tropical (CIET), Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Conservación Internacional Venezuela y UNESCO. Caracas. [*En Línea:*] <http://ecosig.ivic.ve> (consultada 5/6/2006).
- Rodriguez, D. Y., Gonzalez, A., Marin, B., Posada, B., Rueda, M., Garay, J. 2003. Capitulo V: Introduccion a los indicadores ambientales de estado de los recursos marinos y costeros. 252 -275. [*En Línea:*] http://www.inveemar.org.co/redcostera1/inveemar/docs/EAMC_2002/IEAMCC_2002_B.pdf
- Rodríguez, R. 1999. Conservación de humedales en Venezuela: inventario, diagnóstico ambiental y estrategia. Comp. Comité Venezolano de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), Caracas, Venezuela.
- Rodríguez-Olarte, D. 1993. Los peces como indicadores biológicos: ensayo de factibilidad para el índice de integridad biótica y su comparación con índices ecológicos clásicos en el piedemonte del estado Portuguesa, Venezuela. Tesis. UNELLEZ, Guanare. 85 p.
- Rodríguez-Olarte, D y Taphorn, D. 1995. Los peces como indicadores biológicos: aplicación del índice de integridad biótica en ambientes acuáticos de los Llanos Occidentales. *Biollania*. 11:27-56.
- _____, Amaro, A. y Coronel, J. 2005. Introducción de *Prochilodus mariae* (Pisces: Prochilodontidae) en el río Aroa, cuenca del Caribe, Venezuela. *Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat.* 163: 111-116.
- Rodríguez-Olarte, D., Amaro, A., Coronel, J. and Taphorn, D. 2006a. Integrity of fluvial fish communities is subject to environmental gradients in mountain streams, sierra de Aroa, north Caribbean coast, Venezuela. *Neotropical Ichthyology*. 4(3):319-328
- _____, Amaro, A., Coronel, J. y Taphorn, D. 2006b. Los peces del río Aroa, cuenca del Caribe de Venezuela. *Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat.* 164:101-127.

- Rodríguez-Olarte, D., Amaro, A., Coronel, J. y Taphorn, D. 2007a. Línea base para la estimación de la integridad en la comunidades de peces en la cuenca del río Tocuyo, vertiente Caribe, Venezuela. *Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat.* 165:73-91
- _____, Amaro, A., Coronel, J. y Taphorn, D. 2007b. Los peces y su conservación en el río Tocuyo, la cuenca andina de la vertiente Caribe en Venezuela. *Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat.* 165:45-72.
- _____, Taphorn, D. C. and Lobón-Cerviá, J. 2009. Zoogeography of freshwater fishes of the Caribbean versant of Venezuela: process and patterns at local scales. *International Review of Hydrobiology*, 93(1):67-90
- Roldán, G. A. 1999. Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. XXIII (88):375-387.
- _____. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Uso del método BMWP/Col. Universidad de Antioquia. Colombia. 170 p.
- Roman-Valencia, C. 2003. Three new species of the genus *Bryconamericus* (Teleostei: Characidae) from Venezuela. *Dahlia* 6: 7-15.
- Romero, Y., Velázquez J., Daal, B., Palacios, L. y Rodríguez, D. 2001. Avance sobre la problemática fitopatológica del cultivo de ají dulce (*Capsicum chinense* Jacq.) y pimentón (*Capsicum annum* L.) en el área de influencia del Río Ricoa en el municipio Colina del estado Falcón. XVII Congreso Venezolano de Fitopatología
- Roth, N. E., Southerland, M. T., Chaillou, J. C., Kazyak, P.F. and Stranko, S. A. 2000. Refinement and validation of a fish index of biotic integrity for Maryland streams. Maryland Department of Natural Resources. 68 p.
- Royero, R., y Lasso, C. 1992. Distribución actual de la mojarra de río, *Caquetaia kraussii*(Steindachner, 1978)(Perciformes, Cichlidae) en Venezuela: un ejemplo del problema de la introducción de especies. *Mem. Fund. La Salle Cienc. Nat.* 52:163-180.
- Sanford, M. P. 2005. Extirpating the agriculture versus Conservation dichotomy. *Conservation Biology*. 20 (1) 253-254.
- Segnini, S. 2003. El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente. *ECOTROPICOS* 16(2):45-63.
- Silveira, M. P., Baptista, B. F., Buss, D. F. Nessimian, J. L. and Egler, M. 2005. Application of biological measures for stream Integrity assessment in south-east Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*. 101: 117-128.
- Simon, T. P. and J. Lyons. 1994. Application of the index of biotic integrity to evaluate water resource integrity in freshwater ecosystems. Pages 245-262 in W.S. Davis and T. P. Simon, editors. *Biological assessment and criteria: tools for water resource planning and decision making*. Lewis Publishers, Boca Ratón, Florida.

- Sivira, R. O. 2001. Diversidad de peces como indicadora de la integridad ecológica en ecosistemas acuáticos en la cuenca del río Aroa, estado Yaracuy. Trabajo de grado Ingeniero Agrónomo. Universidad Centrocidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Venezuela. 89 p.
- Schultz L. 1944a. The Catfishes of Venezuela with descriptions of thirty eight new forms. Proc. USA National Museum, 94 (3172): 173-338.
- Schultz L. 1944b. The fishes of the family Characinidae from Venezuela with descriptions of seventeen new forms. Proc. USA National Museum, 95 (3181): 235-367.
- Taphorn, D. C. y Lilyestrom, C. 1984. Claves de los peces de agua dulce de Venezuela. 1. Las familias de Venezuela. 2. Los géneros y las especies de la cuenca del Lago de Maracaibo. Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología 2(2):5-30
- _____ y Garcia, J. G. 1991. El río Claro y sus peces, con consideraciones de los impactos ambientales de las presas sobre la ictiofauna del bajo río Caroní. *Biollania*. 8:23-45.
- Taphorn, D. C. 1992. The Characiform fishes of the Apure river drainage, Venezuela. *Biollania* 4:1-537.
- _____. 2006. Estado actual de la biodiversidad ictiológica en aguas dulces de Venezuela. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ecología. Año 3, N° 7, 4 p.
- Tejerina-Garro, F. L., de Mérona, B., Oberdorff, T. and Hugueny, B. 2006. A fish-based index of large river quality for French Guiana (South America): method and preliminary results. *Aquat. Living Resour.* 19: 31-46.
- Townsend, S. A. and Edwards, C. A. 2003. A fish kill event, hypoxia and other limnological impacts associated with early wet season flow into a lake on the Mary River floodplain, tropical northern Australia. *Lakes y Reservoirs: Research and Management*. Vol 8. 169-179.
- [TSJ] Tribunal Supremo de Justicia. Información General de Falcón. [*En Línea:*] <http://falcon.tsj.gov.ve> . (*consultada 5/4/2006*)
- Toro, J., Schuster, J. P., Kurosawa, J., Araya, E. y Contreras, M. 2003. Diagnostico de la calidad del agua en sistemas loticos utilizando diatomeas y macroinvertebrados bentonicos como bioindicadores río Maipo (Santiago: Chile). Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica , XVI Congreso Chileno de Ingeniería Hidráulica. 11 p.
- Usma, J. S. 2000. Lineamientos para determinar la integridad biológica en la cuenca del río Uribante, Venezuela. Tesis MSc. UNELLEZ, Guanare. 127 p.
- _____, Gutierrez, H., Gomes, M. D. y Paz, J. P. 2003. Diagnostico de la calidad del agua del río la Vieja cuenca Cauca-Magdalena, Colombia. Plan Nacional de Desarrollo. 17 p.

- Vari, R. P., Harold, A. S., Lasso, C. A., Machado-Allison, A. 1993. *Creagrutus lepidus*, a new species from the Rio Aroa systems, Yaracuy State, Venezuela (Teleostei: Characiformes: Characidae). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*. Vol. 4, No. 4, pp 351-355.
- Vari, R. P., Harold, A. S. and Taphorn, D.C. 1994. *Creagrutus melasma*, a New Species of Characid Fish (Teleostei: Characiformes) from Upland Streams of Northern Venezuela. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 107(1):90-96
- Vari, R. P. and Harold, A. 2001. Phylogenetic Study of Neotropical Fish Genera *Creagrutus* Gunther and *Piabina* Reinhardt (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes), With a Revision of the Cis-Andean Species. *Smithsonian Contributions to Zoology*. Number 613. Washington, D.C. 131 p.
- Velásquez, M. P. 1999. Ecología y Ecosistemas. Trabajo de ascenso. Universidad EAFIT. Medellín, Colombia. 70 p.
- Velásquez, E. y Vega-Cendejas, M. A. 2004. los peces como indicadores del estado de salud de los ecosistemas acuáticos. *Biodiversitas*. 57:12-15.
- Vila, P. 1969. Geografía de Venezuela. 2da Edición. Ministerio de Educación, Caracas, Venezuela.
- Welcomme, R. L. 1979. Fisheries Ecology of Flood Plain Rivers. Longman. London-New York.
- _____. 1992. Pesca fluvial FAO Documento Técnico de Pesca. No. 262. Roma, FAO. 303 p.
- Welcomme, R. L.; Winemiller, K. O. and Cowx, I. G. 2006. Fish Environmental Guilds as a Tool for Assessment of Ecological Condition of Rivers. *River Res. Applic.* 22:377-396.
- Winemiller, K. O. y D. C. Taphorn. 1989. La evolución de las estrategias de vida en los peces de los llanos occidentales de Venezuela. *Biollania* 6: 77-123.
- Wright, J. P. y Flecker, A. S. 2004. Deforesting the riverscape: the effects of wood on fish diversity in a Venezuelan piedmont stream. *Biological Conservation* 120: 443-451.
- WWF. 2004. Rivers at Risk: Dams and the future of freshwater ecosystems. WWF y World Resources Institute. DamRight, WWF Dams Initiative. 48 p.
- WWF. 2006. Terrestrial Ecoregions of the World. Shape Files. [En línea] <http://worldwildlife.org/science/data/terreco.cfm> (consultada: 22/04/06)
- Zamora, H. 1998. Geografía de Venezuela. Ediciones CO-BO.

ANEXOS

P a r á m e t r o s d e e v a l u a c i ó n p a r a c a d a p u n t o	Parámetros del Hábitat	Categoría de Condición																				
		Óptimo					Subóptimo					Marginal				Pobre						
	1. Sustrato Epifaunal / Cobertura Disponible	Mas del 50 % es favorable para la colonización de epifauna y cobertura de peces; mezcla de obstáculos, troncos sumergidos, bancos transportados, guijarros u otro hábitat estable y una etapa para permitir una potencial colonización (i.e: no hay nuevas caídas de troncos u obstáculos)					Mezcla del 30-50 % de hábitat estable; apropiado para la potencial colonización; hábitat adecuado para el mantenimiento de las poblaciones; presencia de sustratos nuevos, pero no preparados para ser colonizados (puede medirse a gran escala)					Mezcla del 10-30 % de hábitat estable; apropiado para la potencial colonización; menos disponibilidad de hábitat; sustrato frecuentemente revuelto o removido				Menos del 10 % de hábitat estable; es obvia la ausencia de hábitat; sustrato inestable o ausente						
	TOTAL	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	2. Sustrato Rocoso	Partículas de gravas, cantos y guijarros entre 0 – 25 % rodeados por sedimentos finos. la capa de guijarros proporciona gran diversidad de nichos.					Partículas de gravas, cantos y guijarros entre 25 – 50 % rodeados por sedimentos finos.					Partículas de gravas, cantos y guijarros entre 50 -75 % rodeados por sedimentos finos.				Partículas de gravas, cantos y guijarros > 75 % rodeados por sedimentos finos.						
	TOTAL	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	3. Régimen de Velocidad y Profundidad	Están presentes los cuatro regimenes de velocidad profundidad (Lento-Profundo, Lento – Superficial, Rápido –Profundo, Rápido – Superficial) (Lento = < 0.3 m/s; Profundo = > 0.5 m)					Solo tres de los cuatro regimenes están presentes (si Rápido –Superficial esta ausente, la calificación es mas baja que si están ausentes otros regimenes)					Solo dos de los cuatro están presentes (si Rápido –Superficial o Lento – Superficial están ausente, la calificación es baja)				Dominado por un régimen (usualmente Lento-Profundo)						
	TOTAL	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	4. Depositacion de Sedimentos	Islas o barras pequeñas o no muy amplias y < 20 % de la base es afectada por la depositacion de los sedimentos					Incremento en la formación de barras principalmente de gravas, arena y sedimentos finos; del 20 -50 % de la base es afectada; pequeña depositacion en pozos					Moderada depositacion de nuevas gravas, arenas y sedimentos sobre barras nuevas y viejas; del 50 – 80 %de la base es afectada; deposito de sedimentos en obstrucciones, constricciones y curvas; depositacion moderada de pozos corrientes				Alta depositacion de material fino; incremento del desarrollo de barra; mas del 80 %de la base cambia frecuentemente; pozos casi ausentes debido a la considerable depositacion de sedimento						
	TOTAL	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	5. Estado del flujo del Canal	El agua alcanza la base de los bancos mas bajos y porciones mínimas del sustrato del canal están expuestas a superficie					El agua llena mas del 75 % del canal; menos del 25 % del sustrato del canal esta expuesto					El agua llena del 25 -75 % del canal; y/o el sustrato de los rápidos esta expuesto				Muy poco agua en el canal , esta principalmente presente en pozos						
	TOTAL	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	6. Alteración del canal	Canalización o dragado ausente o mínimo. ríos con patrones normales					Alguna canalización presente, usualmente en areas de contrafuertes de puentes. pueden estar presentes evidencias de canalizaciones pasadas (dragado >20 años), pero no de canalizaciones recientes					La canalización puede ser extensa. Diques y estructuras de orilla están presentes en ambos bancos. Del 40 -80 % del río ha sido canalizado y alterado.				En los bancos de las orillas se observan gaviones o estructuras en cemento; mas del 80 % del río ha sido canalizado. El hábitat del río ha sido alterado o removido completamente.						
	TOTAL	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	7. Frecuencia de rápidos	Ocurrencia de rápidos relativamente frecuentes. La relación de la distancia entre los rápidos dividida por el ancho del río es < 7:1 (generalmente de 5 a 7). La clave es la variedad de habitats. En ríos donde los rápidos son continuos, la acomodación de rocas u otros obstáculos naturales son importantes.					La ocurrencia de rápidos no es frecuente. la distancia entre los rápidos dividida por el ancho del río esta ente 7 y 15					Rápidos ocasionales. El fondo provee algunos habitats. la distancia entre los rápidos dividida por el ancho del río esta entre 15 y 25				Generalmente rápidos – Superficiales o aguas llanas. Habitats pobres. la distancia entre los rápidos dividida por el ancho del río es > a 25						
	TOTAL	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
	8. Estabilidad de los Bancos (puntaje para cada banco)	Bancos estables. Evidencias mínimas o ausentes de erosión o debilitamiento de bancos. Pequeños problemas potenciales a futuro. menos del 5 % del banco esta afectado					Bancos moderadamente estables. Poco frecuentes, pequeñas areas de erosión principalmente sobre antiguas grietas. del 5 -30 % de las areas de los bancos presentan erosión					Bancos moderadamente inestables. Del 30 - 60 % del área de los bancos presentan erosión. erosión potencial alta durante inundaciones				Bancos inestables, áreas muy erodadas. Areas “peladas” muy frecuentes a lo largo de zonas rectas y curvas. evidencia de bancos cenagosos del 60 -100 % del área de los bancos presentan erosión						
	TOTAL BANCO IZQ	10			9		8	7	6	5	4	3	2		1		0					
	TOTAL BANCO DER	10			9		8	7	6	5	4	3	2		1		0					

Anexo A. Formato de evaluacion de habitat para ríos de montaña (adaptado de Barbour *et al.* 1999)

Continuacion Anexo A.

9. Protección Vegetal (puntaje para cada banco)	Mas del 90 % de la superficie de los bancos del río y la zona riparia inmediata esta cubierta por vegetación nativa, incluyendo árboles, arbustos y macrofitas. Alteración mínima o no evidente de la vegetación por pastoreo y corte. Casi todas las plantas han crecido naturalmente.	Del 70 -90 %de las superficies de los bancos de los ríos están cubiertas por vegetación nativa, pero algunas clases de plantas no están bien representadas. Alteración evidente pero que no afecta la totalidad de las plantas y su potencial crecimiento; mas de la mitad de las plantas presentas son rastrojos o restos de ellas.			Del 50 -70 % de la superficie de los bancos de los ríos están cubiertas por vegetación. La alteración es evidente con partes de suelo desnudo o vegetación cortada. menos de la mitad de las plantas presentes son rastrojo o rastros de ellos			Menos del 50 % de la superficie de los bancos de los ríos están cubiertas por vegetación. La alteración de la vegetación en los bancos de los ríos es muy alta. La vegetación ha sido cortada hasta 5 cm o menos del promedio de la altura del rastrojo.			
TOTAL BANCO IZQ	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TOTAL BANCO DER	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
10. amplitud de la Zona de Vegetación Riparia (puntaje para cada lado)	La amplitud de la zona riparia es mayor a 18 metros. las actividades humanas no han impactado la zona (lotes de parqueo, carreteras, pastizales, cosechas y claros)	La amplitud de la zona riparia esta entre 12 -18 metros las actividades humanas han impactado minimamente la zona			La amplitud de la zona riparia esta entre 6 y 12 metros. actividades humanas han impactado la zona a gran escala			La amplitud de la zona riparia es menor a 6 metros. poca o ninguna vegetación riparia debido a actividades humanas			
TOTAL BANCO IZQ	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
TOTAL BANCO DER	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Anexo B. Puntuacion en las clases de integridad biotica, sus atributos y puntuaciones adaptado de Rivera y Marrero (1995), Araújo (1998), Velásquez y Vega-Cendejas (2004).

Clases de Integridad (Puntuacion)	Atributos
Excelente (52 – 60)	Comparables a las mejores condiciones naturales, sin influencia del hombre; todas las especies nativas esperadas para el hábitat o tamaño del cuerpo de agua presentes, incluyendo las formas intolerantes; estructura trófica balanceada.
Buena (40 -48)	Riqueza de especies un tanto por debajo de lo esperado, debido especialmente a la pérdida de las formas intolerantes; algunas especies con distribución de la abundancia o de tamaño inferior al óptimo; la estructura trófica muestra algunos signos de estrés.
Regular (28 -36)	Signos de deterioro adicional, incluye pocas especies intolerantes; estructura trófica más alterada (ej., aumento en la frecuencia de omnívoros); las mayores clases de edad de carnívoros tope pueden ser raras.
Pobre (16 – 24)	Dominada por omnívoros, especies tolerantes a la contaminación y de hábitat generalistas, pocos carnívoros tope; tasas de crecimiento y factores de condición comunmente disminuidos; presencia de formas híbridas y peces con enfermedades.
Muy Pobre (< 12)	Pocos peces presentes, la mayoría introducidos o formas muy tolerantes; los híbridos son comunes; parásitos y enfermedades frecuentes, los daños en las aletas y otras anomalías (tumores) son frecuentes.
Sin Peces (0)	Los peces están ausentes en repetidos muestreos.

Anexo C. Índice de integridad biótica para el río Ricoa en el sector Dos Bocas durante los periodos secos de septiembre 2005, marzo y septiembre 2006

Categoría	Medida	Muestra		
		1	2	3
Composición y riqueza de especies		2005	2006	2006
	Número Total de especies	7 (3)	6 (3)	4 (1)
	Especies Intolerantes	1 (1)	0 (1)	0 (1)
	Proporción de Especies Dominantes (Tolerantes)	85.7 (1)	100 (1)	100 (1)
	Índice de diversidad (Shannon-Wiener)	1.53 (3)	1.52 (3)	1.109 (3)
Composición trófica	Proporción de omnívoros	80.95 (1)	95.65 (1)	100 (1)
	Proporción de herbívoros	7.14 (1)	0 (1)	0 (1)
	Proporción de invertívoros	11.9 (3)	4.35 (1)	0 (1)
	Proporción de carnívoros	0 (1)	0 (1)	0 (1)
Abundancia y condición de los peces	Número de individuos (ind/m ²)	0.86 (5)	0.46 (5)	0.9 (3)
	Proporción de peces con anomalías	0 (5)	0 (5)	0 (5)
	IBI por estación	24	22	18
	Clase de integridad	Pobre	Pobre	Pobre

Anexo D. Índice de integridad biótica para el río San Pablo de la cuenca del río Ricoa durante los periodos secos de septiembre 2005, marzo y septiembre 2006.

Categoría	Medida	Muestra		
		1	2	3
Composición y riqueza de especies		2005	2006	2006
	Número Total de especies	10 (5)	9 (5)	12 (5)
	Especies Intolerantes	0 (1)	0 (1)	0 (1)
	Proporción de Especies Dominantes (Tolerantes)	100 (1)	100 (1)	100 (1)
	Índice de diversidad (Shannon-Wiener)	1.79 (5)	1.71 (3)	2.063 (5)
Composición trófica	Proporción de omnívoros	56.84 (3)	71.9 (1)	57.68 (3)
	Proporción de herbívoros	25.79 (5)	10.95 (3)	22.47 (5)
	Proporción de invertívoros	16.32 (5)	14.29 (3)	17.6 (5)
	Proporción de carnívoros	1.053 (1)	2.86 (1)	2.247 (1)
Abundancia y condición de los peces	Número de individuos (ind/m ²)	3.8 (3)	4.2 (1)	5.34 (1)
	Proporción de peces con anomalías	0 (5)	0 (5)	0 (5)
	IBI por estación	34	24	32
	Clase de integridad	Regular	Pobre	Regular

Anexo E. Índice de integridad biótica para el río Hueque en el sector Balneario durante los periodos secos de septiembre 2005, marzo y septiembre 2006.

Categoría	Medida	Muestra		
		1	2	3
Composición y riqueza de especies		2005	2006	2006
	Número Total de especies	4 (1)	4 (1)	5 (1)
	Especies Intolerantes	0 (1)	0 (1)	0 (1)
	Proporción de Especies Dominantes (Tolerantes)	100 (1)	100 (1)	100 (1)
	Índice de diversidad (Shannon-Wiener)	1.06 (3)	1.12 (3)	1.12 (3)
Composición trófica	Proporción de omnívoros	83.8 (1)	76.07 (1)	76.97 (1)
	Proporción de herbívoros	15.3 (3)	22.7 (5)	21.8 (5)
	Proporción de invertívoros	0.93 (1)	1.23 (1)	0.61 (1)
	Proporción de carnívoros	0 (1)	0 (1)	0.61 (1)
Abundancia y condición de los peces	Número de individuos (ind/m ²)	4.32 (5)	3.26 (5)	3.3 (5)
	Proporción de peces con anomalías	0 (5)	0 (5)	0 (5)
	IBI por estación	22	24	24
	Clase de integridad	Pobre	Pobre	Pobre

Anexo F. Índice de integridad biótica para el río Hueque en el sector Quebracho durante los periodos secos de septiembre 2005, marzo y septiembre 2006

Categoría	Medida	Muestra		
		1	2	3
Composición y riqueza de especies		2005	2006	2006
	Número Total de especies	13 (5)	15 (5)	15 (5)
	Especies Intolerantes	1 (1)	1 (1)	1 (1)
	Proporción de Especies Dominantes (Tolerantes)	92.3 (1)	93.8 (1)	93.8 (1)
	Índice de diversidad (Shannon-Wiener)	1.92 (5)	2.11 (5)	2.08 (5)
Composición trófica	Proporción de omnívoros	68.47 (3)	46.62 (5)	57.04 (3)
	Proporción de herbívoros	11.5 (3)	40.3 (5)	24.6 (5)
	Proporción de invertívoros	13.22 (3)	6.52 (3)	8.10 (3)
	Proporción de carnívoros	6.78 (5)	6.52 (5)	10.21 (5)
Abundancia y condición de los peces	Número de individuos (ind/m ²)	5.9 (3)	8.58 (1)	5.68 (3)
	Proporción de peces con anomalías	0 (5)	0 (5)	0 (5)
	IBI por estación	34	36	36
	Clase de integridad	Regular	Regular	Regular

Anexo G. Índice de integridad biótica para el río Hueque en el sector Colombia durante los periodos secos marzo y septiembre 2006

Categoría	Medida	Muestra	
		1	2
Composición y riqueza de especies		2006	2006
	Número Total de especies	17 (5)	16 (5)
	Especies Intolerantes	1 (1)	1 (1)
	Proporción de Especies Dominantes (Tolerantes)	94.1 (1)	93.75 (1)
	Índice de diversidad (Shannon-Wiener)	2.015 (5)	2.023 (5)
Composición trófica	Proporción de omnívoros	47.43 (5)	54.33 (3)
	Proporción de herbívoros	8.41 (3)	8.3 (1)
	Proporción de invertívoros	36.33 (5)	28.72 (5)
	Proporción de carnívoros	7.83 (5)	8.3 (5)
Abundancia y condición de los peces	Número de individuos (ind/m ²)	27.58 (1)	5.78 (3)
	Proporción de peces con anomalías	41.17 (1)	0 (5)
	IBI por estación	36	34
	Clase de integridad	Regular	Regular

Anexo H. Índice de integridad biótica para la cuenca Hueque en el río Remedios durante los periodos secos marzo y septiembre 2006

Categoría	Medida	Muestra 1
Composición y riqueza de especies		2006
	Número Total de especies	10 (3)
	Especies Intolerantes	1 (1)
	Proporción de Especies Dominantes (Tolerantes)	90 (1)
	Índice de diversidad (Shannon-Wiener)	1.602 (3)
Composición trófica	Proporción de omnívoros	56.4 (3)
	Proporción de herbívoros	16.4 (3)
	Proporción de invertívoros	20.4 (5)
	Proporción de carnívoros	6.8 (5)
Abundancia y condición de los peces	Número de individuos (ind/m ²)	2.34 (5)
	Proporción de peces con anomalías	0 (5)
	IBI por estación	34
	Clase de integridad	Regular