

CALIDAD DE AGUA DEL HUMEDAL LA SEGUA-CHONE MEDIANTE SU ICTIOFAUNA COMO BIOINDICADOR

QUALITY OF WATER FROM THE WETLAND LA SEGUA-CHONE THROUGH YOUR ICTIOFAUNA AS A BIOINDICATOR

Patricio Noles⁽¹⁾, Cumanda Philco⁽¹⁾, Carlos Delgado⁽¹⁾, Loor Eudaldo⁽¹⁾, Mario López⁽¹⁾

⁽¹⁾Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico. Sitio el Limón, km 2 1/2. Calceta, Manabí, Ecuador. mrene782@gmail.com

Resumen: La investigación se centró en la determinación de la calidad biológica del humedal La Segua, mediante la identificación de ictiofauna presente en el lugar y que sirve de referencia a la investigación del *Dormitator Latifrons* como recurso zoogenético endógeno en el desarrollo rural sostenible. Esta es una investigación no experimental, con métodos documentales y descriptivos, aplicando técnicas de observación y encuesta. En donde se describieron las actividades socio-económicas y focos de contaminación de la zona, clasificación física y taxonómica de los individuos y el cálculo del Índice de Integridad Biótica, como herramienta metodológica necesaria para la evaluación de la degradación de un ecosistema. El monitoreo se realizó mediante el establecimiento de seis estaciones de muestreo con tres repeticiones en cada uno, durante la época seca. Los resultados identificaron, que en el humedal, la principal actividad económica es la pesca artesanal, con la utilización de métodos manuales de arrastre, trasmallos y cercas de bambú con cinco focos de contaminación resumidos en: camarónicas, planta de hormigón con funcionamiento inadecuado, cultivos de hortalizas, y cereales como maíz, arroz con uso excesivo de agroquímicos y sobrepastoreo de ganado vacuno. Los muestreos identificaron cinco especies (*Oreochromis niloticus*, *Oreochromis monzabica*, *Hoplias microlepis*, *Pseudocurimata boulengeri*, *Aequidens rivul*) distribuidas en cuatro familias y agrupadas en cuatro órdenes; la especie más representativa fue la *Oreochromis monzabica* con 7395 individuos y la menor *Aequidens rivulatus* con 32 individuos. Se concluye que los muestreos reflejaron una calidad moderada a baja (Shannon-Wiener) y una integridad biológica pobre, en donde también se observa que la especie *Dormitator Latifrons* no aparece.

Palabras clave: Índice de integridad biótica, índice de Shannon-Wiener, focos de contaminación, calidad biológica.

Abstract: The research focused on the determination of the biological quality of the wetland La Segua, by identifying the ichthyofauna present at the study site and which serves as a reference to *Dormitator Latifrons* research as an endogenous zoogenetic resource in sustainable rural development. This is non-experimental research, using documentary and descriptive methods, applying observation and survey techniques. It described the socio-economic activities and sources of pollution in the area., the physical and taxonomic classification of individuals and the calculation of the Biotic Integrity Index were described and analyzed as a necessary methodological tool for the evaluation of ecosystem degradation. Monitoring was done by establishing six sampling stations with three replicates in each during the dry season. The results identified that in the wetland, the main economic activity is artisanal fishing, using manual methods of trawling, trasmallos and fences of bamboo and five pockets of pollution summarized in: shrimp and inadequately functioning concrete plant, crops Vegetables, and cereals such as corn, rice with excessive use of agrochemicals and overgrazing of cattle. Samples identified five species (*Oreochromis niloticus*, *Oreochromis*

monzabica, Hoplias microlepis, Pseudocurimata boulengeri, Aequidens rivulatus) distributed in four families and grouped into four orders; The most representative species was the *Oreochromis monzabica* with 7395 individuals and the smaller *Aequidens rivulatus* with 32 individuals. We conclude that the samples reflected moderate to low quality (Shannon-Wiener) and poor biological integrity, where it is also observed that the species *Dormitator Latifrons* does not appear.

Recibido: 02 de marzo de 2017

Aceptado: 28 de junio de 2017

Publicado como artículo científico en Revista de Investigación Talentos IV (1) 1-12

I. INTRODUCCIÓN

Ortega et al. (2010) afirma que en la actualidad los cuerpos de agua constituyen un recurso natural invaluable en aspectos: económico, social, ambiental ocasionando contaminación, destrucción y degradación de hábitats de estos ecosistemas, induciendo cambios en su biodiversidad, calidad y cantidad, siendo las actividades humanas las que impactan cada día más los cuerpos superficiales y subterráneos lo que según el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2012), combinado con la elevada tasa de urbanización, agrava aún más los problemas de disponibilidad de este recurso. Stolk et al., (2013) indica que otro proceso significativo en la modificación de los ambientes acuáticos es debido al aumento en la carga orgánica e inorgánica de los cuerpos de agua induciendo a la mortalidad de especies animales, reduciendo considerablemente los usos potenciales del recurso hídrico (Martínez et al., 2014).

En América latina, diversos son los desafíos enfrentados con el deterioro de la calidad de las aguas, cuyos niveles de contaminación han hecho del recurso agua inservible para el consumo humano (Fernández, 2009). Ante este evento han surgido formulaciones de políticas de agua en el contexto de la agenda de desarrollo post-2015 dedicadas a la gestión sostenible y sustentable de este recurso (Valiela et al., 2009) citado por (Valdobinos et al., 2010). No obstante, muchas de las leyes de aguas se quedan solo en declaraciones inoperantes (CEPAL, 2015).

En el ámbito local, el humedal La Segua, en Manabí, está siendo afectado por amenazas directas entre las cuales se destacan la sobreexplotación, la introducción de especies exóticas como la Tilapia (*Oreochromis niloticus*) compitiendo por nichos ecológicos, la utilización de agroquímicos altamente tóxicos y otras actividades antrópicas como la obstrucción sobre el río y el humedal que impiden la normal circulación del agua; comprometido la disponibilidad de este recurso ictiológico (MAE, 2016).

Ante todo lo expuesto, surge la necesidad de realizar un monitoreo de los recursos biológicos con el propósito de detectar cambios significativos en la abundancia del recurso como lo indica Valiela et al. (2009) citado por Valdobinos et al. (2010), mediante la aplicación de una herramienta metodológica como lo es el Índice de Integridad Biótica (IBI) Secretaría de la Convención de Ramsar (2013), para poder determinar la calidad de agua mediante peces con la que cuenta La Segua y de esta manera poder conservar el recurso hídrico y la biodiversidad que se encuentra en dicha zona.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Ubicación

El humedal La Segua se encuentra en la provincia de Manabí, Parroquia San Antonio del Cantón Chone, aproximadamente a 11,5 km al suroeste de la ciudad

de Chone, específicamente entre las coordenadas 0° 42,5' de latitud sur, 80° 09' de longitud oeste, 0° 41' de latitud sur y 80° de longitud oeste y 0° 44,3' de latitud sur, 80° 12,2' de longitud oeste (MAE, 2010). En época lluviosa el humedal alcanza una extensión de 1745 ha y en la época seca 500 ha.

Fase I. Diagnóstico de las actividades socio-ambientales

En el reconocimiento del área de estudio se identificaron la extensión geográfica, las rutas de acceso, los aportes de agua provenientes de otras regiones, las técnicas de capturas empleadas por los pescadores locales del humedal, y a los informantes claves que se le aplicaron encuestas sobre las diferentes actividades que se llevan a cabo en el humedal sirviendo de aporte para la recolecta de peces, así mismo se recabaron datos puntuales de la contaminación y el tipo de la misma, siendo georeferenciadas para la representación de la amenaza del lugar en mapas temáticos.

Fase II. Identificación de la ictiofauna

La selección del número de las diferentes estaciones muestreadas se sustentó bajo protocolos de muestreo y análisis para ictiofauna según la Directiva Marco del Agua en la Confederación Hidrográfica del Ebro (2005), las mismas que estuvieron adaptadas de acuerdo al área del humedal teniendo en cuenta la profundidad, heterogeneidad del hábitat, la accesibilidad al lugar, los puntos de influencia de pesca y el grado de riesgo focalizado de contaminación Barbour et al. (1999) citado por (Moya et al., 2005). Los puntos de muestreo fueron posicionados mediante un dispositivo GPS de serie Garmin Nuvi 2505, se registraron las coordenadas UTM en el punto central de cada estación, que sirvieron para ser representadas en un mapa temático.

El arte de pesca estuvo estandarizado según protocolos del Estándar Método de Aguas 10600B Adquisición de datos, literal 1.- literal g; literal 3.- literal e, que consisten en la utilización de redes activas como métodos empleados en la mayoría de investigaciones

de carácter científico, provocando mínimo estrés a la ictiofauna (García et al., 1990). Una vez que se realizó la captura de peces entre los meses de septiembre-octubre, se tomaron dos ejemplares de cada especie por cada estación, previamente rotulados para luego ser trasladados (conservados en hielo) a los laboratorios de la ESPAM M.F.L para realizar un reportaje fotográfico representativo de cada espécimen; además de su identificación mediante claves sistemáticas, las medidas de longitud total, la longitud estándar, el peso mediante una balanza, su estado sanitario y por último el análisis de su contenido intestinal bajo lo que establece el Estándar Método de Aguas 10600B,10600C.

Fase III. Análisis de la calidad del agua

Posteriormente los datos se analizaron según la metodología empleada para el Índice de Integridad Biótica Pinilla et al. (2014) en la cual se aplicaron una serie de ocho métricas agrupadas en tres categorías:

B. Composición y riqueza de especies

Número de especies (Utilizando claves taxonómicas)

Índice de diversidad (Shannon-Wiener) con la fórmula compartida por (Espinoza et al., 2010)

$$H = - \sum P_i * \ln P_i \quad (1)$$

Donde:

H= Índice de Shannon-Wiener

P_i= proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i), n_i/N

n_i= Número de individuos de la especie i

N= Número de todos los individuos de todas las especies

Ln= Logaritmo natural

El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que puede superar este valor (Quishpe, 2015).

C. Composición trófica (Mediante el análisis del contenido estomacal)

Proporción de omnívoros

Proporción de detritívoros

Proporción de invertívoros

Proporción de carnívoros tope

D. Abundancia y condición de los peces

Número de individuos (por esfuerzo de monitoreo)

Proporción de peces con anomalías (la revisión directa de las especies)

Cada parámetro fue valorizado según la metodología antes mencionada en un rango ya establecido. Luego de aquello los valores fueron sumados para todos los criterios (parámetros) y para cada uno de los sitios o localidades muestreadas. Proponiéndose entonces la fórmula $IBI = \sum VRA$ [1.2] con la que se obtuvo la sumatoria de las variables o parámetros de respuesta ambiental (Karr, 1981) citado por Ramírez et al. (2012). Luego obtenido el IBI se hizo un mapa de integridad biológica del Humedal La Segua.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase I. Diagnóstico de las actividades socio-ambientales

Para constatar las actividades económicas de los centros poblados se realizaron 30 encuestas, aplicadas tanto a pescadores como a propietarios, considerados como actores claves en la investigación.

$$n = \frac{50 * 1,962 * 0,05 * 0,95}{0,052 * (50 - 1) + 1,962 * 0,05 * 0,95}$$

$$n = 29,91 \cong 30$$

A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

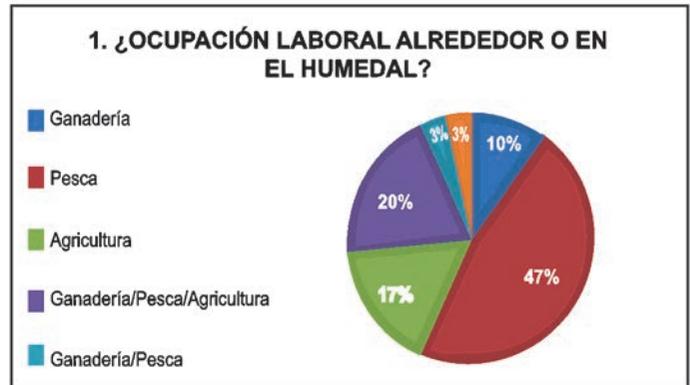


Fig. 1. Ocupación laboral en el humedal.

En el humedal o en su alrededor el 47% de los habitantes se dedican a la pesca, realizándola a través de trasmallo; el 17% realiza labores de agricultura, siendo los cultivos predominantes el maíz, plátano, tomate, pepino, haba, sandía, pimiento, fréjol y melón en los cuales se utiliza como fertilizante la urea, amina 720 o gramoxone, que son aplicados con mochilas para fumigar que posterior a su utilización son lavadas y el agua es desechada sin ningún tratamiento; el 10% se dedican a la cría de ganado vacuno y porcino, de los cuales una parte utilizan las excretas como fertilizante, mientras que la otra no les da ningún uso; el 20% se dedican a la ganadería/pesca/agricultura; el 3% se dedican a la ganadería/pesca y el 3% restante a la pesca/agricultura (figura 1).



Fig. 2. Utilización de agua en sus actividades.

La figura 2 mostró que el 73% de los habitantes indicaron que no utilizan el agua proveniente del humedal en sus actividades diarias, debido a que las comunidades poseen el servicio de agua potable pro-

porcionado por los Municipios de Chone (San Antonio y La Segua) y Tosagua (La Sabana y Larrea); el 27% restante indicaron que, si utilizan el agua del humedal, principalmente para el riego de cultivos y la hidratación del ganado bovino.



Fig. 3. Opinión de calidad de agua del Humedal.

El 67% de los habitantes mencionaron que la calidad del agua se encuentra en estado regular, ya que han observado cambios en el agua en comparación con años anteriores; el 20% considera que se encuentra en mal estado debido a los malos olores, aumento de la sedimentación reflejado como agua de color verdoso y disminución de ictiofanuna; el restante 13% opinan el agua se encuentra en buen estado (figura 3), pues esta proporción posee pocos conocimientos referentes a la calidad del agua esperada en estos medios de vida.

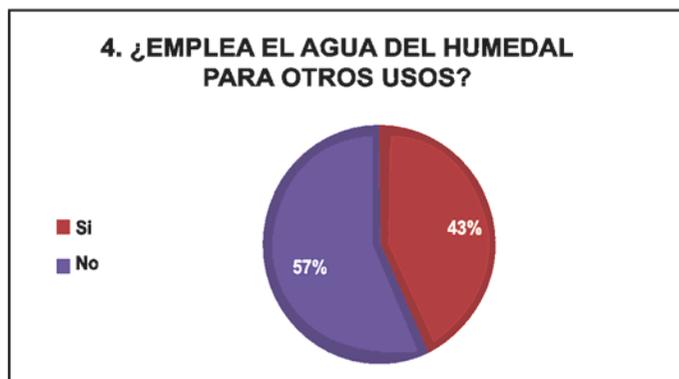


Fig. 4. Otros usos del agua del Humedal.

En la figura 4 se presentó que el 43% alegaron que, si emplean el agua del humedal para consumo humano y recreativo, el 57% restante indicaron que no utilizan el agua procedente del humedal.

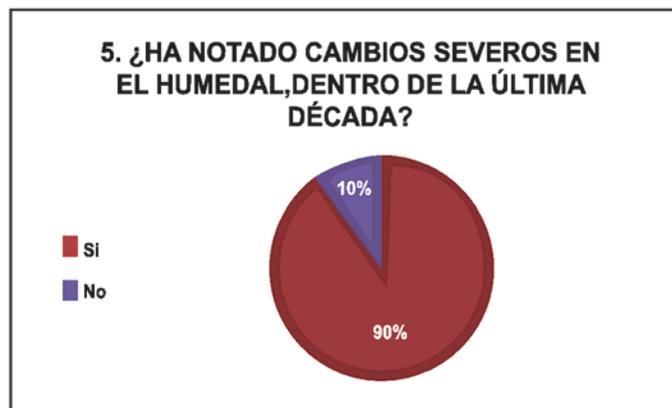


Fig. 5. Cambios observados en el Humedal.

El 90% indicaron que han notados cambios significativos, asumen ellos que esto pueda deberse a las actividades que se realizan alrededor del humedal (figura 5), tales como la introducción de especies no autóctonas como la Tilapia (*Oreochromis niloticus*) que ha desplazado totalmente al Chame (*Dormitator latifrons*).

La principal fuente interna de intervención antropogénica identificada fue la deforestación de la cobertura vegetal existente en el humedal, que provocó la sedimentación del pantano central y el aislamiento e interrupción de la migración de algunas especies de esta zona, presentándose la situación más drástica mencionada por Bravo y Villón (2007) para el Humedal.

Entre las afectaciones externas presentadas por el Humedal se encuentran el funcionamiento inadecuado de camaroneras y planta de hormigón, el cultivo de hortalizas, maíz, arroz y la cría de ganado vacuno (Tabla I) en la llanura de inundación, siendo estas actividades identificadas como los focos de contaminación que afectan la integridad biológica del ecosistemas terrestre y acuático del humedal.

TABLA I
DESCRIPCIÓN DE FOCOS DE CONTAMINACIÓN

Punto	x	y	Descripción
FC001	585017	9919980	Obstrucción del paso de agua del río al Humedal por el funcionamiento de una camaronera.
FC002	585950	9922089	Descarga de las aguas residuales del funcionamiento de una planta de hormigón sin control ni tratamiento previo.
FC003	586065	9922444	
FC004	587017	9922911	Utilización excesiva de agroquímicos (urea, gramoxone y amina 720) en cultivos de ciclo corto y hortalizas.
FC005	590512	9919122	Sobrepastoreo de ganado vacuno y descarga de estiércol directamente al curso de agua.

Fase II. Identificación de la ictiofauna

Las áreas monitoreadas se establecieron de acuerdo al protocolo de muestreo y análisis para ictiofauna de la Directiva Marco del Agua en la Confederación Hidrográfica del Ebro (2005) donde se establece el número de estaciones en función al área del humedal y

área pero dando la posibilidad de reducirlas por inconvenientes externos.

Debido a la heterogeneidad del hábitat y la falta de accesibilidad al lugar únicamente se establecieron 6 estaciones de muestreo (Tabla II). En las cuales se realizaron 3 repeticiones secuenciales.

TABLA II
DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE MUESTRO: CARACTERÍSTICAS Y COORDENADAS

Estaciones de muestreo	Características	Coordenadas		Altitud (m)
		x	y	
A	Aguas despejadas con corriente lenta, con una profundidad no mayor a los 1,2 m, vegetación sumergida como macrofitas.	590239	9920609	5
B	Corriente lenta, sustrato lodoso con gran cantidad de acumulación y compactación de lechuguines y troncos. Presencia de cultivos en las orillas por secciones.	588785	9920701	3
C	Rivera del pantano central con corriente lenta, sustrato fangoso, presencia de vegetación como hierbas y acumulación de hojas y troncos.	590553	9919318	3
	Aguas abiertas con corriente			

D	lenta, una profundidad no mayor a los 1,3 m, vegetación sumergida como macrofitas.	590507	9921057	3
E	Se encuentra a la ribera del pantano central con presencia de vegetación baja o moderada formada por hierbas como los juncos y algunos arbustos, además de la presencia de sustrato con hojarascas.	589644	9920172	2

Los muestreos se efectuaron en los meses de septiembre a octubre (época seca), empleando una red de enmalle de 3,5 mm de diámetro y 80 m de largo colocada por un tiempo aproximado de dos horas para obtener la mayor relación riqueza-abundancia de especímenes bajo las condiciones estandarizadas

de muestreo Ortega et al. (2014), obteniendo las especies detalladas en la Tabla III. Los peces contabilizados, y que no fueron analizados para las características seleccionadas, fueron colocadas a disposición de los pescadores, pues es su medio de subsistencia e ingreso económico.

TABLA III
NÚMERO DE ICTIOFAUNA ENCONTRADOS EN LAS SEIS ESTACIONES DE MUESTREO, EN ÉPOCA SECA.

Estación	Familia Especie	<i>Cichlidae</i>		<i>Erythrinidae</i>	<i>Curimatidae</i>	<i>Cichlidae</i>	Total
		<i>Oreochromis</i>	<i>Oreochromis</i>	<i>Hoplias</i>	<i>Pseudocurimata</i>	<i>Aequidens</i>	
		<i>niloticus</i> (<i>Tilapia</i>)	<i>monzabica</i> (<i>Tilapia</i>)	<i>microlepis</i> (<i>Guanchiche</i>)	<i>boulengeri</i> (<i>Dica</i>)	<i>rivulatus</i> (<i>Vieja azul</i>)	
A	A1	345	533	20	13	0	911
	A2	296	543	27	3	0	869
	A3	272	606	31	15	0	924
	AT	913	1682	78	31	0	2704
B	B1	65	103	32	5	0	205
	B2	55	99	24	11	5	194
	B3	51	82	27	17	2	179
	BT	171	284	83	33	7	578
C	C1	413	608	4	2	0	1027
	C2	351	592	0	0	0	943
	C3	312	547	27	6	1	893
	CT	1076	1747	31	8	1	2863
D	D1	260	468		4	0	732
	D2	194	484	0	5	4	687

	D3	254	431	9	1	0	695
	DT	708	1383	9	10	4	2114
E	E1	199	222	3	0	2	426
	E2	160	210	1	0	5	376
	E3	105	295	2	8	1	411
	ET	464	727	6	8	8	1213
F	F1	297	565	4	23	4	893
	F2	263	514	2	17	6	802
	F3	275	493	0	9	2	779
	FT	835	1572	6	49	12	2474
TOTAL		4167	7395	213	139	32	1194
							6

La ictiofauna acuática recolectada en el humedal La Segua en las 6 estaciones de muestreo fue de 11946 individuos, con 4 familias, agrupadas en 4 órdenes, distribuidas en 5 especies: *Oreochromis niloticus*, *Oreochromis monzabica*, *Hoplias microlepis*, *Pseudocurimata boulengeri*, *Aequidens rivulatus*.

La especie más representativa por el mayor número de individuos fue *Oreochromis monzabica* (7395 individuos), seguido de la especie de *Oreochromis niloticus* (4167), *Hoplias microlepis* (213), *Pseudocurimata boulengeri* (139) y la especie con menor abundancia de individuos durante el desarrollo de toda la investigación fue *Aequidens rivulatus* (32) (Tabla IV).

TABLE IV
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS ESPECIES ENCONTRADAS, POR ESTACIÓN

Especie	Estación	LTP (cm)	LEP (cm)	PESO P (g)	LT	LE	Peso	
					max/min	max/min	max/min	
<i>Oreochromis niloticus</i>	A	GRA	29,9±1,02	24±1,68	556±4,51	31,2	26,1	560
		PEQ	19,1±0,7	15,1±0,70	158±8,74	18,2	14,3	149
	B	GRA	29,4±1,5	24,6±1,76	550,3±7,29	31,2	26,7	558
		PEQ	17,3±0,7	14,4±1,19	145,3±4,50	16,4	13	139
	C	GRA	29,3±1,6	25,2±1,53	561,1±6,85	31,2	27,3	569
		PEQ	16,0±0,7	12,9±1,18	92,7±1,30	15,2	12	91,4
	D	GRA	29,8±1,0	25,3±1,98	534,6±16,85	31,2	26,7	558
		PEQ	18,4±0,6	14,8±0,96	131,3±18,37	17,8	13,9	106
	E	GRA	29,0±1,9	24,7±1,9	521,4±50,67	31,2	27,3	562
		PEQ	17,8±1,1	13,8±0,85	135,1±18,82	16,4	13	110,3
	F	GRA	28,6±1,9	24,1±1,53	530,5±48,22	31,2	26,1	569
		PEQ	18,2±1,3	15,2±0,59	132,4±30,82	16,8	14,6	94,5
	A	GRA	31±0,8	25,8±0,40	563±4,94	32	26,1	569
		PEQ	18,2±0,8	14±1,23	162±8,56	17,4	12,5	150
	B	GRA	30,4±0,6	25,5±1,19	555,7±5,45	31,2	26,5	560
		PEQ	18,5±1,2	17,8±6,35	162,7±9,53	17,4	12,5	150

<i>Oreochrois mozambica</i>	C	GRA	29,7±0,4	25,8±0,94	540,7±5,44	30,1	26,5	548
		PEQ	17,0±0,7	13,8±0,29	161,7±2,52	16,5	13,4	158,9
	D	GRA	27,4±1,9	25,2±3,06	510,0±62,38	29,9	29,4	559,08
		PEQ	21,7±3,7	16,8±3,47	243,7±107,46	17,4	12,5	150
	E	GRA	27,5±3,3	23,7±3,61	450,9±137,52	30	26,5	557
		PEQ	18,6±2,4	14,6±2,41	172,1±23,73	16,5	12,5	150
<i>Hoplias microlepis</i>	F	GRA	27,3±1,5	22,5±2,12	465,9±82,48	29,4	25,5	581,4
		PEQ	16,4±2,8	59,6±63,90	104,4±62,80	12,5	14,1	17,9
	A	GRA	34,4±1,2	29,5±1,56	404±5,12	36	31,3	410
		PEQ	24,9±2,2	19,9±2,25	214±5,90	22,6	17,1	209
	B	GRA	34,3±1,5	29,2±2,33	415,8±17,29	36,4	32,5	439
		PEQ	27,0±0,8	22,4±1,11	193,9±23,27	25,9	20,9	165,4
<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	C	GRA	22,5±15,9	19,6±13,84	267,6±189,23	34,2	29,7	403
		PEQ	17,1±12,2	14,6±10,46	143,8±101,78	0	0	0
	D	GRA	12,0±17,0	10,4±14,75	136,7±193,28	36	31,3	410
		PEQ	8,0±11,4	6,7±9,48	70,3±99,47	0	0	0
	E	GRA	31,6±2,9	26,4±3,19	341,3±83,45	34,2	29,7	403
		PEQ	25,0±2,1	21,3±1,02	214,1±5,90	23,1	20,1	209
<i>Aequidens rivulatus</i>	F	GRA	23,1±16,4	20,1±14,24	269,9±190,92	36	31,3	410
		PEQ	17,4±12,3	14,6±10,46	125,0±92,41	0	0	0
	A	GRA	16,9±0,7	13,3±0,52	73,8±0,62	17,7	14	74,5
		PEQ	16±1,1	12,1±1,27	66,4±1,49	14,4	10,3	64,3
	B	GRA	19,3±0,2	15,6±0,25	102,3±3,28	19,5	15,9	106,9
		PEQ	16,3±1,1	12,0±1,1	64,6±5,99	14,8	9,9	56,3
<i>Aequidens rivulatus</i>	C	GRA	13,6±9,6	10,9±7,72	70,6±49,95	21,3	16,8	106,9
		PEQ	10,7±7,7	7,8±5,65	44,1±31,33	0	0	0
	D	GRA	21,3±1,5	17,7±1,5	114,3±6,64	23,2	18,7	123
		PEQ	14,6±0,9	11,6±1,35	62,5±2,10	13,5	10,2	60,1
	E	GRA	5,4±7,6	4,3±6,08	24,3±6,08	16,1	12,9	73
		PEQ	5,6±7,9	4,3±6,13	22,5±6,13	0	0	0
<i>Aequidens rivulatus</i>	F	GRA	18,4±1,7	15,0±1,48	97,0±18,49	19,9	16,3	118
		PEQ	15,2±0,9	11,2±0,9	57,7±4,92	14,4	9,9	52,5
	B	GRA	9,2±6,5	7,8±5,51	41,7±29,51	14,2	12,2	62,9
		PEQ	8,3±5,9	6,8±4,81	41,1±29,04	0	0	0
	C	GRA	4,0±5,7	3,3±4,67	19,8±28,00	12,1	9,9	59,4
		PEQ	4,6±6,5	3,8±5,37	20,0±28,33	0	0	0
<i>Aequidens rivulatus</i>	D	GRA	4,5±6,3	3,7±5,23	20,8±29,37	13,4	11,1	62,3
		PEQ	3,8±5,4	3,1±4,34	20,5±28,94	0	0	0
	E	GRA	13,2±0,9	11,1±0,94	61,5±1,53	14,2	12,2	62,9
		PEQ	13,0±1,53	10,7±0,52	61,2±0,52	12,6	10,3	60,1
	F	GRA	13,4±0	11,1±0	62,3±0	13,5	11,1	62,3
		PEQ	12,1±0,5	9,8±0,45	55,6±8,53	11,4	9,2	43,5

Nota: LTP=longitud total promedio, LEP=longitud estándar promedio, PESOP=peso promedio, LT MAX/MIN= longitud total max/min, LE MAX/MIN=longitud estándar max/min, PESO MAX/MIN=peso max/min

La mayor abundancia de individuos recolectados se encontró en la estación C con 2863 individuos, seguidas de la estación A con 2704 especies, la estación F con 2474, la estación D con 2114, la estación E con 1213 individuos y por último estación B con 578. El mayor número de especies encontradas en la estación C pudo estar influenciada por las características de la estación, pues esta se encuentra ubicada en los márgenes del cuerpo de agua, propiciando un ambiente adecuado para una mayor concentración de tilapias, pues esta especie busca espacios libres, especialmente en los márgenes, en donde hace círculos que utiliza como estrategia reproductiva; además esta es una zona no muy profunda llena de fango y empalizada, idóneo para la presencia de peces (Bravo y Villon, 2007).

Para el análisis de las características físicas de los

peces encontrados, se realizó la comparación de los pesos, longitudes totales y estándar máximas y mínimas encontrados (Tabla 4), pues indican las condiciones de las poblaciones en un lugar y momento, pues de acuerdo a Meyer, citado por Castro *et al.* (2004) el crecimiento de los peces depende en gran parte de la calidad del agua.

La especie *Hoplias microlepis* fue quien obtuvo la mayor longitud total promedio de todas las estaciones (34,4cm), estándar (29,5cm) y mayor peso promedio (563g) a diferencia de las demás especies. Coincidiendo con lo mencionado por Zambrano (2011) de que esta especie puede llegar a medir 32cm en promedio. *Pseudocurimata boulengeri* fue la especie con la menor longitud total promedio (3,8cm), longitud estándar (3,1cm) y un peso promedio (22,5cm).

Fase III. Análisis de la calidad del agua

A partir de la abundancia de especies encontradas, se obtuvo el índice de Shannon de las estaciones de muestreo, obteniendo los resultados detallados en la Tabla V.

TABLA V
ÍNDICE DE SHANNON DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.

Especie	Estación					
	A	B	C	D	E	F
	-Pi ln Pi					
<i>Oreochromis niloticus</i>	0,53	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53
<i>Oreochromis mozanbica</i>	0,43	0,50	0,43	0,40	0,44	0,42
<i>Hoplias microlepis</i>	0,15	0,40	0,07	0,03	0,04	0,02
<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	0,07	0,24	0,02	0,04	0,05	0,11
<i>Aequidens rivulatus</i>	0,00	0,08	0,00	0,02	0,05	0,04
Índice de Shannon	1,18	1,74	1,06	1,02	1,11	1,12

Los valores de diversidad de Shannon-Wiener oscilaron entre 1,74 (Estación B) y 1,02 bit/ind (Estación D), reflejando una calidad moderada a baja debido a que, a pesar de existir un gran número de individuos, la familia Cichlidae (*Oreochromis niloticus* y *Oreochromis mozanbica*) suele colonizar los ecosistemas, evitando el desarrollo de una relativa homogeneidad entre las especies Tirado *et al.* (2013). Las especies del Humedal la Segua encontradas fueron categorizadas de acuerdo a su alimentación (mediante la revisión de su contenido estomacal) para encajar en la clasificación descrita por el IBI, detallando la existencia de omnívoras (*Oreochromis niloticus*, *Oreochromis mozanbica* y *Aequidens*

rivulatus), detritívoras (*Pseudocurimata boulengeri*), y carnívoras (*Hoplias microlepis*), siendo las omnívoras las que alcanzaron el mayor porcentaje (50% en estación A y 60% en las demás estaciones), lo cual de acuerdo a Schmitter *et al.* (2011) es un indicador de ecosistemas ampliamente degradados.

Durante los muestreos no se encontraron peces con anomalías físicas, por lo que se asume una ausencia de contaminantes químicos que causen afectación a las especies encontradas. Luego de aquello, se aplicó la escala para los indicadores de IBI y se obtuvieron los índices de calidad de cada estación de muestreo (Tabla VI).

TABLA VI
ÍNDICE DE INTEGRIDAD BIÓTICA IBI DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO

Estación	A		B		C		D		E		F	
	VE	E										
Número de especies	4	1	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3
Índice de diversidad (Shannon-Wiener)	1,18	1	1,74	3	1,06	1	1,02	1	1,11	1	1,12	1
Proporción de omnívoros	50	1	60	1	60	1	60	1	60	1	60	1
Proporción de detritívoros	25	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5
Proporción de insectívoros	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Proporción de carnívoros	25	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20	5
Número de individuos	2704	5	578	5	2863	5	2114	5	1213	5	2474	5
Proporción de peces con anomalías	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
IBI	24		28		26		26		26		26	
Clases de integridad biótica	Pobre											

Nota: VE=valor encontrado, E=escala *pobre

En las estaciones de muestreo evaluadas en el Humedal La Segua se evidenció una integridad biológica POBRE, siendo la estación con menor calidad la A y la mejor la Estación B. De acuerdo a Karr (1981) citado por Ramírez et al., (2012) un valor en esta escala se caracteriza por estar dominada por omnívoros, especies tolerantes a la contaminación y de hábitat generalistas, pocos carnívoros topes; tasas de crecimiento y factores de condición comúnmente disminuidos; presencia de formas híbridas y peces con enfermedades. Esta situación es similar a la presentada en la zona de estudio, pues la especie con mayor abundancia fue una especie introducida para comercialización (*Oreochromis*) debido a su habilidad de adaptabilidad a zonas críticas y su dieta omnívora Mejía et al. (2010).

IV. CONCLUSIONES

La aplicación del índice de integridad biótica detalló que los valores de diversidad de Shannon-Wiener oscilaron entre 1,74 (Estación B) y 1,02 bit/ind (Estación D), dominada por omnívoros, especies tolerantes a la contaminación y de hábitat generalistas (*Oreochromis*), reflejando una calidad moderada a baja y además una integridad biológica POBRE, siendo la estación con menor calidad la A y la mejor la Estación B.

V. REFERENCIAS

Bravo, J., y C., Villón, (2007): Plan integral de gestión socio ambiental del sistema de trasvases Manabí (PIGSA) i etapa programa conservación de ciénagas y hábitat del chame. (En línea). EC. Consultado, 19 de dic. 2016. Formato PDF. Disponible en: <http://suia.ambiente.gob.ec>.

Castro, R., B., Hernández y J., Aguilar, (2004): Evaluación del crecimiento de alevines de tres especies de tilapia (*Oreochromis* sp.) en aguas duras, en la región de la cañada. *Revista AquaTIC*. 20, 38-43.

CEPAL, (2015): Preocupa eficacia de las leyes de agua en América Latina y el Caribe. (En línea). CHI. Consultado el 28 de may. 2016. Formato HTML. Disponible en <http://www.cepal.org/es>

Directiva Marco del Agua en la Confederación Hidrográfica del Ebro. (2005): ES. (En línea). Consultado, 3 de jul. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.magrama.gob.es>

Espinoza, V., J. Valdez, G. Pérez y A., Castillo, (2010): Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal Agua Blanca, Macuspana, Tabasco. *Revista Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*, 26 (1), 1-17.

FCCyT. (2012): Diagnóstico Del Agua En Las Américas. 1ed. México, D. F, México. 7pp.

Fernández, G., (2009): La crisis de Agua en América Latina. Carabobo, VEN. *Revista de Estudios Culturales*, 2 (4), 2-23.

García, M., C. Contreras, F. Sánchez, R. Marín y H. Guzmán, (1990): Estándar Método de Aguas 10600. 2ed. México. 56pp.

MAE. (2016): Afectaciones en el humedal La Segua. (En línea). EC. Consultado, 19 de feb. 2017. Formato HTML. Disponible en <http://www.eldiario.ec>

MAE. (2010): Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) Categorías aprobadas en la Recomendación 4.7 y modificadas por la Resolución VIII.13 de la Conferencia de las Partes Contratantes. 1-2pp.

Martínez, E., J. Sosa F. Álvarez, (2014): El estudio de la biodiversidad en México: ¿una ruta con dirección? México, D. F. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 85 (2), 1-9.

Mejía, J., L. Yáñez, L. Carrizalez y F. Díaz-Barriga, (2010): Evaluación Integral del Riesgo en Sitios Contaminados: una propuesta metodológica. ME. Artículo. 1-14pp.

Moya, B., A. Hernández y H. Elizalde, (2005): Los humedales ante el cambio climático. *Revista Investigaciones Geográficas (Esp)*.1 (37), 127-132.

Ortega, H., L. Chocano, C. Palma I. Samanez,

- (2010): Biota acuática en la Amazonia Peruana: diversidad y usos como indicadores ambientales en el Bajo Urubamba (Cusco – Ucayali). Lima, PER. *Revista Peruana de Biología*. 7 (1), 7-13.
- Ortega, H., V. Correa y M. Hidalgo, (2014): Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. 2014. Lima, PER. 45pp.
- Pinilla, G., E. Rodríguez y L. Camacho, (2014): Propuesta metodológica preliminar para la estimación del caudal ambiental en proyectos licenciados por el ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (MADS), Colombia. *Revista Acta biológica Colombi*. 1 (1), 45-86.
- Quishpe, D., (2015): Influencia de la diversidad y estructura arbórea sobre la regeneración natural en el bosque seco tropical de la reserva ecológica Arenillas (rea). *Revista Bosque Latitud cero*. 6 (2), 1-63.
- Ramírez, J., N. Mercado, N. Medina y O. Domínguez, (2012): Validación de dos índices biológicos de integridad (IBI) en la subcuenca del río Angulo en el centro de México. *Revista de Biología Tropical*. 60 (4), 123-140.
- Schmitter, J., L. Ruiz, R. Herrera y D. González, (2011): An index of biotic integrity for shallow streams of the Hondo River basin, Yucatan Peninsula. *Revista Science of the Total Environment*. 409 (4), 844-852.
- SCR. (2013): Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales. (En línea). Consultado, 29 de abr. 2016. Formato PDF. Disponible en <http://www.ramsar.org>.
- Stolk, M., M. Verweij, C. Stuij, C. Baker y W. Oosterberg, (2013): Valoración Socioeconómica de los Humedales en América Latina y el Caribe. PE. 5pp.
- Tirado, D., D. Acevedo L. Guzmán, (2013): Coeficientes convectivos de transferencia de calor durante el freído de láminas de tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Revista Información tecnológica*. 24 (6), 41-46.
- Valdobinos, C., M. Muñoz, N. Sandoval, D. Vásquez y V. Olmos, (2010): Desastres naturales y biodiversidad: El caso del humedal costero Tubul-Raqui. Concepción, CH. *Revista Sociedad Hoy*. 3 (19), 33-51.