

## Censo subacuático preliminar de peces asociados a fondos rocosos en el lago de Ilopango

### *Preliminary subaquatic survey of fishes associated to rocky bottoms in lake Ilopango*

**José Enrique Barraza**

Ph.D. en Ciencias Biológicas

Master of Science, Zoología, Universidad Texas A&M

Licenciado en Biología, Universidad de El Salvador

Investigador asociado del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Universidad Francisco Gavidia

[jebarraza@ufg.edu.sv](mailto:jebarraza@ufg.edu.sv)

**Verónica Esperanza Melara**

Licenciada en Biología, Universidad de El Salvador

Investigadora asociada de ICTI-UFG

[vmelara@ufg.edu.sv](mailto:vmelara@ufg.edu.sv)

Fecha de recepción: 10 de junio 2019

Fecha aprobación: 27 de abril 2020

DOI: 10.5377/ryr.v5i10.9841



## RESUMEN

Con el objetivo de registrar las especies de peces que habitan en fondos rocosos del lago de Ilopango, El Salvador, se realizaron seis censos subacuáticos mediante buceo, entre diciembre de 2018 a marzo de 2019. Los censos se hicieron principalmente en el área denominada Cerros Quemados, donde se establecieron dos transeptos de 50 m de longitud por dos de ancho aproximadamente, a 4-5 y 8-9 m de profundidad, en los que se registró la cantidad de especies observadas a ambos lados. Los resultados indicaron la dominancia numérica de *Amatitlania nigrofasciata*, otras especies con mucha menor abundancia fueron: *Astatheros macracanthus*, *Cichlasoma trimaculatum*, *Parachromis managuensis*. Se considera que la metodología utilizada permitió la observación de especies asociadas a fondos rocosos durante el día; sin embargo, existen otros hábitats como vegetación sumergida (*Hydrilla verticillata*), flotante y fondos blandos que no se exploraron.

**Palabras clave:** abundancia, *Amatitlania nigrofasciata*, buceo, fondo rocoso, Lago de Ilopango.

## ABSTRACT

With the aim of registering fish species that inhabit on rocky bottoms of Ilopango Lake, El Salvador, we carried out six subaquatic surveys through out scuba diving from December 2018 to March 2019. Surveys were usually performed at Cerros Quemados area, where one the authors registered the species counts that occurred in two transects (50 m long, 2 meters wide each side) at 4-5 and 8-9 meters deep. Results showed numerical dominance of *Amatitlania nigrofasciata*, other species with much lower abundance were: *Astatheros macracanthus*, *Cichlasoma trimaculatum*, *Parachromis managuensis*. We considered that the methodology used allowed the observation of species associated to rocky bottoms during the day, however there are other habitats such as submerged, floating vegetation (*Hydrilla verticillata*) and soft bottoms that weren't explored.

**Keywords:** abundancia, *Amatitlania nigrofasciata*, Ilopango Lake, scuba diving, rocky bottom.

## Introducción

El lago de Ilopango, el lago natural más extenso de El Salvador, que cubre una extensión aproximada de 72 km con profundidad máxima de 230 m y se ubica en una caldera volcánica (Colón-Ortíz, 2017; Pedrazii et al. 2019) que se asocia a la cuenca hidrográfica del río Jiboa en la parte central-sur del país (McMahan *et al.* 2013). El lago presenta varias islas e islotes, visitado frecuentemente por buzos, dentro de estos últimos se encuentran los “Cerros Quemados” que forman paredes rocosas sumergidas casi verticales que albergan importante riqueza de especies como vegetación acuática (*Hydrilla verticillata*), especímenes de poríferos, moluscos gastrópodos, y peces principalmente de la familia Cichlidae. Además, se documentó que en ese cuerpo de agua habitan especies que se ubican en otras familias como Atherinidae, Characidae, Heptapteridae, Poeciliidae (Bayne, 1974; Jiménez *et al.* 2004).

La utilización de censos subacuáticos mediante buceo en estudios de biodiversidad ha ocurrido en diferentes áreas acuáticas del planeta (Sayer, 2007), incluyendo para estudios de peces continentales (Santos, 2011; Sweke *et al.* 2013). A pesar de ciertas limitaciones de este método de estudio, en El Salvador se han realizado este tipo de censos en el lago de Coatepeque, en el que se han detectado las mismas familias mencionadas anteriormente, agregando Cyprinidae y Synbranchidae (Barraza, 2016).

Los primeros registros de peces del país, incluyendo continentales, fueron publicados por Hildebrand (1925), así como otros autores

(Bayne, 1974; McMahan *et al.* 2013). Los métodos de captura incluyeron diferentes redes y apoyo de pescadores, pero no se mencionó censos u observaciones subacuáticas.

Debido a la escasa información sobre peces del lago de Ilopango, se consideró oportuno determinar la abundancia de especies de la ictiofauna sobre fondos rocosos mediante buceo autónomo. El objetivo de esta investigación es divulgar datos preliminares de abundancia y distribución vertical de especies de peces registrados mediante buceo autónomo en fondos duros de este cuerpo de agua.

## Material y método

El lago de Ilopango se ubica en la zona central del país (mapa 1). La principal zona de muestreo subacuático fue en los islotes denominados Cerros Quemados (13o 40'13.9" N, -89o 02' 59.5" W), la época seca en jornadas matutinas, entre los meses de diciembre de 2018 y marzo 2019, y con menor intensidad en La Guitarra (13o 39' 32.6" N, -89o 04' 39.1" W), en la primera se realizaron seis censos, en la otra, dos. En ambas estaciones se establecieron dos transectos de 50 metros de largo y 2 metros de ancho a cada lado para el registro de abundancia de peces, en la primera se colocaron dos transectos a diferentes profundidades: 4-5 y 8-9 m; en la segunda, se colocaron dos transectos en sentido opuesto a 10-11 m de profundidad. Para determinar similitud o disimilitud entre ambos transectos se utilizó el índice de similitud de Kulzycynski ( $I_k=2(A+B)/W$ ) utilizado por Kronber (1988) y Barraza-Sandoval (1993), donde A es la suma de la

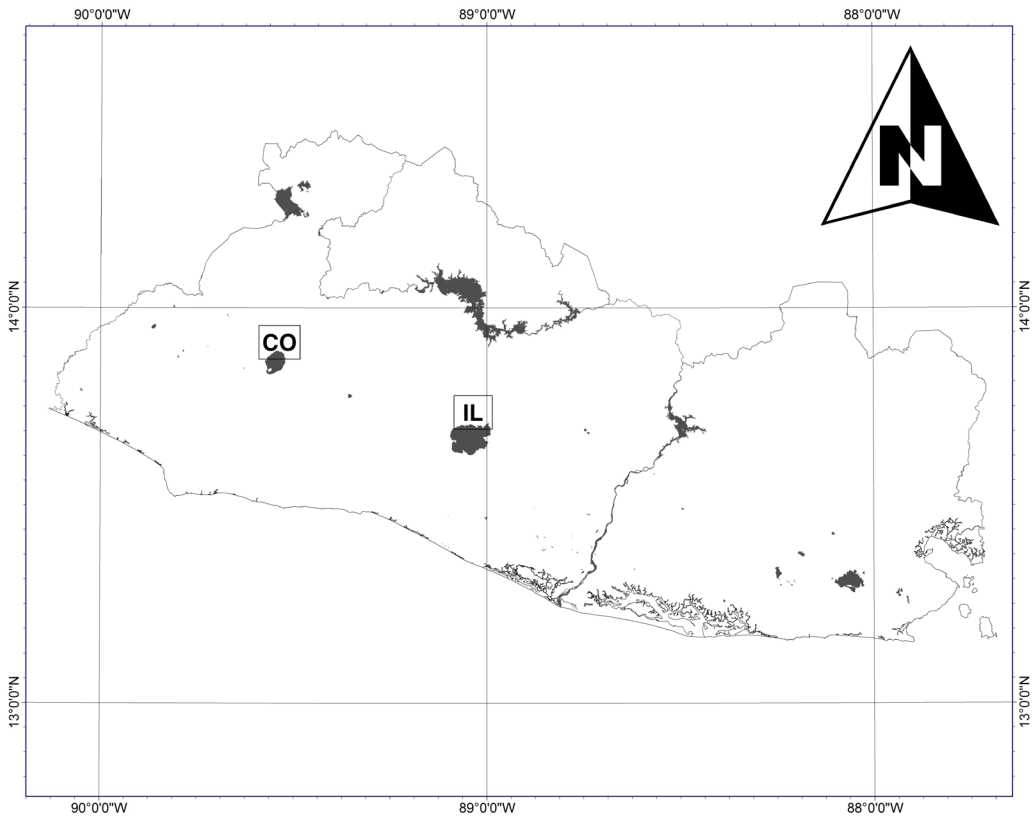
cantidad de individuos de los pares de datos menores de la zona 1, B es la suma de la cantidad de la cantidad de individuos de los pares de datos menores de la zona 2, W es la suma del total de individuos de la zona 1 y 2.

También se utilizaron las versiones 1 y 2 mencionadas por Murguía y Villaseñor (2003),

donde A es la sumatoria de los taxones de la zona 1 más los de la zona 2; B es el número de taxones de la zona 1, y C es el número de taxones de la zona 2:

$$Ik 1 = A/B+C$$

$$Ik 2 = 0.5 (A/(A+B) + A/(A+C))$$



*Mapa 1.* Ubicación del lago de Ilopango (IL) en El Salvador. CO: Lago de Coatepeque.  
Fuente: José Enrique Barraza.

## Resultados

La estación Cerros (Islas) Quemados presenta peñones sumergidos de origen volcánico (Saxby et al. 2016; Pedrazzi *et al.* 2019) que forman una pared casi vertical caracterizada por la presencia de hendiduras que facilitan refugio a los peces. La Guitarra presenta una terraza de fondo duro

casi horizontal cubierto con una mezcla de sedimento arenoso y fino con poca vegetación 9-10 m de profundidad aproximadamente, con algunos peñascos y un tronco de árbol sumergido, donde se agrupaba la mayoría de especímenes registrados en este lugar (figura n.º 1). El transecto de 4-5 m de profundidad se realizó en un risco cercano.



Figura n.º 1. Tronco de árbol sumergido a 10 m de profundidad en La Guitarra. Presencia de especímenes de *Amatitlania nigrofasciata* y *Parachromis managuensis*. Fuente: José Enrique Barraza.

En ambos lugares de muestreo se determinó la ocurrencia de pequeños parches de *Hydrilla verticillata* a 10-11 m de profundidad, que ofrece refugio a peces y desaparece más abajo, reflejando un límite de distribución vertical para esta planta acuática.

Este estudio determinó que no existe una estratificación o diferencia en Cerros Quemados entre el transecto 1, a 4-5 m de profundidad y el transecto 2, a 3-4 m más abajo, ya que el índice de similitud de Kulzycynski ( $I_k=0.98$ ) determinó que ambos estratos con idénticos con base a la composición y abundancia numérica de especies, ya que es superior a 0.80 (Kronberg, 1988; Barraza-Sandoval, 1993). También el índice Kulzycynski 2 (Murguía y Villaseñor, 2003) presentó un valor de 1.0, coincidiendo con la elevada similitud mencionada.

En el cuadro n.º 1 se presenta el recuento de especies de peces registrada en este estudio, donde destaca la dominancia numérica de *Amatitlania coatepeque* (97.4%,  $N=16190$  especímenes). La Figura n.º 2 presenta la abundancia de esa especie en la estación Cerros Quemados a 5 m de profundidad. La especie que presentó la segunda abundancia numérica fue *Parachromis managuensis* (Figura n.º 1), aunque con una proporción mucho menor (1.7 %).

Las otras tres especies observadas con menores abundancias fueron *Astatheros macracanthus*, *Cichlasoma trimaculatum* (Figura n.º 3) y *Rhamdia guatemalensis* (0.5, 0.4 y  $1.2 \times 10^{-2}$  %, respectivamente).

### Cuadro n.º 1

*Abundancia numérica de la ictiofauna en Cerros Quemados y La Guitarra*

ESPECIE	T1 (4-5 m)	T2 (8-9 m)	ABUNDANCIA NUMÉRICA TOTAL (N)	%
<i>Amatitlania nigrofasciata</i>	8245	7945	16190	97.4
<i>Astatheros macracanthus</i>	41	34	75	0.5
<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	31	32	63	0.4
<i>Parachromis managuensis</i>	123	163	286	1.7
<i>Rhamdia guatemalensis</i>	1	1	2	$1.2 \times 10^{-2}$
<b>TOTAL</b>	<b>8441</b>	<b>8175</b>	<b>16616</b>	





Figura n.º 2. Imagen de la abundancia numérica de *Amatitlania nigrofasciata* en estación Cerros Quemados. Fuente: José Enrique Barraza.



Figura n.º 3. Fotografía subacuática de *Cichlasoma trimaculatum* (al centro) en área La Guitarra. Fuente: José Enrique Barraza.

El cuadro n.º 2 presenta una comparación basada en ausencia/presencia de especies ícticas que habitan en el lago de Coatepeque (Barraza, 2016) y las observadas en “Cerros Quemados” de Ilopango en este estudio. El índice de similitud de Zuzlczynski 2 reflejó una similitud de 0.75, se indica que ambos lagos no son totalmente idénticos con base a la composición de especies de ictiofauna.

## Discusión

Los resultados de abundancia de especies de peces son diferentes a los registrados por Barraza (2016) en el lago de Coatepeque, donde con similar metodología se determinó dominancia numérica importante para las especies *Parachromis motaguensis*, *P. managuensis* y *A. nigrofasciata* (44.0, 32.4 y 15%, respectivamente) en comparación a este estudio donde la dominancia de esta última especie fue muy alta (97.4%). No se encontró literatura que indique abundancias de esta especie utilizando

esta metodología ni otras. La información existente menciona la distribución natural de esta especie en Centroamérica (McMahan et al. 2014). Ishikawa y Tachinara (2010) analizaron su capacidad de invadir otros ecosistemas acuáticos lejos de su zona de origen, como en la isla Okinawa-jima, donde se consideró que su rápido crecimiento, reproducción continua, período de vida corto y cuidado parental de las crías permitieron su establecimiento en ese lugar y otros países. Posiblemente existen condiciones ambientales que han permitido la dominancia de esta especie en el Cerros Quemados del lago de Ilopango en comparación a Coatepeque. Un estudio con diferentes tipos de hábitats podría brindar mayor detalle sobre la abundancia de especies en el lago de Ilopango.

Se considera que la metodología utilizada para realizar este inventario en fondos duros también pudo influenciar estos patrones de abundancia numérica, ya que los censos subacuáticos presentan limitaciones de visión,

## Cuadro n.º 2

*Comparación cualitativa de las especies de ictiofauna observadas en fondos duros de los lagos Ilopango (Cerros Quemados, La Guitarra) y Coatepeque (Los Antejos).*

ESPECIES	LAGO DE ILOPANGO	LAGO DE COATEPEQUE
<i>Amatitlania coatepeque</i>	X	X
<i>Astatheros macracanthus</i>	X	X
<i>Oreochromis niloticus</i>	-	X
<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	X	-
<i>Parachromis managuensis</i>	X	X
<i>Parachromis motaguensis</i>	-	X
<i>Poecilia salvatoris</i>	-	X
<i>Rhamdia guatemalensis</i>	X	-
<i>Vieja guttulata</i>	-	X



posible repeticiones en los registros, así como la imposibilidad de explorar otros hábitats como la vegetación sumergida (*H. verticillata*) y emergente, fondos planos y áreas más profundas (Barraza, 2016, en parte).

También, se determinó que no existe estratificación de especies entre las profundidades del transecto 1 y 2, considerando que las similitudes entre ambos transectos fueron elevadas ( $I_k = 0.97$ , Índice de Kulzinski 2 = 1.0), por lo que las especies de peces determinadas se ubican entre los 4 a 9 m de profundidad. Una posible explicación es la penetración de luz para efectuar fotosíntesis, lo cual limitaría la disponibilidad de alimento, como microalgas bentónicas para la ictiofauna herbívora u omnívora presente, ya que como se mencionó anteriormente, las macrófitas sumergidas alcanzan hasta los 10 m de profundidad. Se considera que también el oxígeno disuelto en agua pueda influenciar esta distribución, ya que comienza a descender a partir de 20-25 de profundidad aproximadamente (Cabassi *et al.* 2019), lo cual limitaría la ocurrencia de ictiofauna bajo esa profundidad, debido a que necesita a ese elemento para sus procesos vitales (Rowe and Chisnall, 1995).

Las especies *A. nigrofasciata*, *A. macracanthus*, *C. trimaculatum*, *P. motaguensis* y *R. guatemalensis*, ocurren en otros cuerpos acuáticos continentales lacustres y fluviales de El Salvador (Bayne, 1974; McMahan *et al.* 2013). La comparación entre las especies asociadas a fondos rocosos de ambos lagos utilizando los datos de Barraza para el lago de Coatepeque (2016), refleja similitud importante aunque no idéntica (índice de Kulzycynski 2 = 0.75), así como mayor riqueza

de especies en este último (ver cuadro n.º 2). Parte de estas diferencias en composición de especies en fondos rocosos, puede atribuirse a los procesos geológicos y de colonización que pudieron ocurrir en Ilopango y Coatepeque, ya que a pesar que ambos lagos tienen una estructura de caldera volcánica (Guevara *et al.* 2006), el primero, presenta un cuerpo fluvial (El Desagüe) que fluye hacia el río Jiboa que confluye con el Océano Pacífico, lo que pudo facilitar la colonización de peces en el lago.

El otro, se ubica en una cuenca endorreica que carece de corriente de agua que permita entrada o salida de agua superficial. Considerando la ocurrencia de *P. motaguensis* que a nivel nacional solamente habita en el río Lempa, en riachuelos de montaña asociados al Pampe-Magdalena y en la parte fronteriza nororiental del país, se puede asumir que la colonización de peces en este lago ocurrió en parte desde cuerpos de agua de la zona occidental del país, aunque no se puede descartar algún flujo de agua subterráneo, ni la influencia de asentamientos humanos originales. Estas mismas hipótesis son abordadas por Elmer *et al.* (2010) para sugerir posibles vías de colonización de ictiofauna en un lago cráter joven de cuenca endorreica de Nicaragua.

Una especie y otros géneros registrados en el lago de Ilopango que no se observaron en los fondos rocosos de Cerros Quemados son *Astyanax aeneus*, *Atherinella*, *Oreochromis*, *Poecilia*, que fueron registrados por Bayne (1974) y los autores de este censo en capturas de pescadores locales, con excepción del Charácido. También se agrega que se desconocen registros recientes de capturas de *Cyprinus carpio* que fue introducido en El Salvador (Zambrano *et al.* 2006) en el siglo

pasado. Por ello, se requieren inventarios de peces que incluyan diferentes tipos de hábitats acuáticos en este lago y otros cuerpos de agua continentales del país.

La información preliminar generada por esta investigación preliminar puede ser útil para los administradores de recursos, operadores turísticos, pescadores asociados a este importante cuerpo de agua de El Salvador.

### Conclusiones

Se documentaron las especies *Amatitlania nigrofasciata*, *Astatheros macracanthus*, *Cichlasoma trimaculatum*, *Parachromis managuensis* y *Rhamdia guatemalensis* asociados a fondos duros (rocosos) del lago de Ilopango.

La especie que presentó mayor abundancia numérica fue *A. nigrofasciata* con una proporción de 97.4%, las otras especies se ordenan en forma decreciente: *P. managuensis*, *A. macracanthus*, *C. trimaculatum* y *R. guatemalensis* con porcentajes de abundancia que se detallan respectivamente: 1.7, 0.5, 0.4 y  $1.2 \times 10^{-2}$ .

### Cuadro n.º 3

*Abundancia de especies en los transeptos (T) subacuáticos y total*

ESPECIE	T1 (4-5 m)	T2 (8-9 m)	ABUNDANCIA NUMÉRICA TOTAL (N)	%
<i>Amatitlania nigrofasciata</i>	8245	7945	16190	97.4
<i>Astatheros macracanthus</i>	41	34	75	0.5
<i>Cichlasoma trimaculatum</i>	31	32	63	0.4
<i>Parachromis managuensis</i>	123	163	286	1.7
<i>Rhamdia guatemalensis</i>	1	1	2	$1.2 \times 10^{-2}$
<b>TOTAL</b>	<b>8441</b>	<b>8175</b>	<b>16616</b>	

Se considera que la metodología utilizada para el estudio y otros factores ambientales asociados a los fondos rocosos censados, incidieron en las elevadas abundancias de *A. nigrofasciata*.

### Referencias

Bayne, D. (1974). Progress report on fisheries development in El Salvador. *Research and Development Series No. 7*.

Barraza, J.E. (2016). Censo de peces mediante buceo en el lago de Coatepeque, El Salvador. XV Congreso Nacional de Ictiología, V Simposio Latinoamericano de Ictiología, I Simposio Internacional de Genómica de Peces (FIGIS, 2016). Aguas Calientes, México. Compendio de Resúmenes Orales y Carteles, p. 82.

Barraza-Sandoval, J.E. *Structure of the intertidal fauna on a Galveston groin*. 1993. M.Sc. Thesis. Texas A&M University.

Cabassi, J., Capechciacci, Magi, F., Vaselli, O., Tassi, F., Montalvo, F., Esquivel, I., Grassa, F., Caprai, A. (2019). Water and dissolved gas

- geochemistry at Coatepeque, Ilopango and Chanmico volcanic lakes (El Salvador, Central America). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 318: 1-15.
- Colón-Ortiz, A. (2017). Estudio de metales pesado en el lago de Ilopango, El Salvador. *Ciencia, Cultura y Sociedad*, 4 (1): 7-14.
- Guevara, M., Hernández, W., Rivas, C., Márquez, E. (2006). Estado de las aguas subterráneas en El Salvador. *Boletín Geológico y Minero*, 117(1): 75-88.
- Hildebrand, S.F. (1925). Fishes of the Republic of El Salvador, Central America. *Bulletin of the Bureau of Fisheries*, 41: 237287.
- Ishikawa, T., K. Tachihara. (2010). Life history of the nonnative convict cichlid *Amatitlania nigrofasciata* in the Haebaru Reservoir on Okinawa-jima Island, Japan. *Environ. Biol. Fish.*, 88: 283-292.
- Jiménez, I., L. Sánchez-Mármol Gil, N. Herrera. (2004). *Inventario nacional y diagnóstico de los humedales de El Salvador*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Kronberg, I. (1988). Structure and adaptation of the fauna in the black zone (littoral fringe) along rocky shores in northern Europe. *Marine Ecology Progress Series*, 49-95-106.
- McMahan, C. D., W. A. Matamoros, F. S. Álvarez-Calderón, W. Y. Henríquez, H. M. Recinos, P. Chakrabarty, E. Barraza & N. Herrera. (2013). Checklist of the Inland Fishes of El Salvador. *Zootaxa*, 3608 (6): 440-456.
- McMahan, C.D., W.A. Matamoros, E. Barraza, J. Kutz & P. Chakrabarty. (2014). Taxonomic Status of the Lago Coatepeque Endemic Convict Cichlid *Amatitlania coatepeque* (Teleostei: Cichlidae). *Copeia*, (4): 633-638.
- Pedrazzi, D., Sunye-Puchol, I., Aguirre-Díaz, G., Costa, A., Smith, V.C., Poret, M., Dávila-Harris, P., Miggins, D.P., Hernández, W., Gutiérrez, E. (2019). The Ilopango Tierra Blanca Joven (TBJ) eruption, El Salvador: Volcano-stratigraphy and physical characterization of the major Holocene event of Central America. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 377: 81-102. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2019.03.006>
- Rowe, D.K., Chisnall, B.L. (1995). The effects of oxygen, temperature, and light gradients in the vertical distribution of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, in two North Island, New Zealand, lakes differ in trophic status. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 29: 421-434. <https://doi.org/10.1080/00288330.1995.9516676>
- Santos, L.N., E. García-Berthou, A.A. Agostinho, J.D. Latini. (2011). Fish colonization of artificial reef in a large Neotropical reservoir: material type and successional changes. *Ecological Applications*. 21 (1): 251-262.
- Saxby, J., Gottsmann, J., Cashmann, K, Gutiérrez, E. (2016). Magma storage in a strike-slip caldera. *Nature Communications*, [https://DOI: 10.1038/ncomms12295](https://doi.org/10.1038/ncomms12295)
- Sayer, M.J.D. (2007). Scientific diving: a bibliographic analysis of underwater research supported by SCUBA diving, 1995-2006. *International Journal of the Society for Underwater Technology*. 27 (3): 75-94.

Sweke, E.A., J.M. Assam, T. Matsuishi, A.I. Chande. (2013). Fish diversity and abundance of Lake Tanganyika: comparison between protected area (Mahale Mountains National Park) and Unprotected Areas. *International Journal of Biodiversity*. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/269141>