

Anoxia como factor limitante

Andrea Paola Ibarra Espinoza¹

Resumen. La anoxia es resultante de los efectos negativos de la eutrofización y se le denomina como la ausencia o límite del consumo del oxígeno disuelto en un medio acuático. Es causante de la muerte de limofitas, peces, anfibios e insectos acuáticos; sin embargo existen mecanismos de organismos acuáticos con supervivencia a dicha condición. Es recomendable el estudio de factores y variables involucrados con los organismos acuáticos para el análisis de su evolución, fisiología y de la ecología.

Palabras clave: anoxia, oxígeno disuelto, descomposición orgánica.

Anoxia as a limiting factor

Abstract. Anoxia is the result of the negative effects of eutrophication and is referred to as the absence or limit of consumption of dissolved oxygen in an aquatic environment. It is the cause of the death of limophytes, fish, amphibians and aquatic insects; however, there are mechanisms of aquatic organisms with survival to this condition. It is advisable to study factors and variables involved with aquatic organisms for the analysis of their evolution, physiology and ecology.

Key words: anoxia, dissolved oxygen, organic decomposition.

Introducción

Desde el punto de perspectiva evolutivo de los organismos acuáticos, la ecología y fisiología, es relevante el estudio de los mecanismos que permiten la sobrevivencia en ambientes de poco oxígeno disuelto (Astete-Espinoza, et al., 2010).

Cambios en el nivel de mar, la estratificación de la columna del agua, el cambio de las variables químicas y el aumento y diversificación de la vida acuática son factores influyentes en condiciones anóxicas en diversas cuencas del mundo (Guzmán, et al., 2016).

¹ Estudiante del primer semestre de la carrera de Ingeniería en Pesquerías. Departamento de Ingenierías, Instituto Tecnológico de Mazatlán, Sinaloa, México. Correo electrónico: "andreaibarrae@outlook.com"

El propósito de este estudio es aportar de manera general el efecto de la anoxia sobre los medios acuáticos como factor limitante; además del análisis de la correlación con los factores y variables que influyen en ella.

Anoxia

Anoxia es el límite del consumo de oxígeno disuelto como resultado del incremento de la descomposición orgánica, establecida destacadamente dentro de los innumerables efectos negativos del proceso de eutrofización (Moschini-Carlos, *et al.* 2010). Weisner *et al.* (1997) citados por Fontúrbel y Castaño-Villa (2011) la definen como la situación posible de matar a la mayoría de los limofitas, peces, anfibios e insectos acuáticos, además Camargo y Alonso (2007) consideran dicha manifestación como la más dramática en los ecosistemas eutróficos e hipertróficos que experimentan estratificación.

El ingreso de nutrientes antropogénicos (Rodríguez, 2001), el comportamiento de los metales fuertemente influenciados por las características del ambiente de depositación (Valdés y Ortlieb, 2001), el exceso en la productividad primaria (López, *et al.* 2003; Ochoa, *et al.* 2003; Silva y Acuña-González, 2006; Alcocer, *et al.* 2008; Sunesen, *et al.* 2009), el cambio climático (De la Mora, *et al.* 2011), la resuspensión de sedimentos (Korhonen, *et al.* 2012) y las floraciones de macroalgas (Gavio, *et al.* 2015), son ejemplos de causantes de anoxia en diversos medios acuáticos.

Factor limitante en organismos acuáticos

Según Carranza y Horta (2008), los potenciales efectos negativos de los factores involucrados deben ser tomados en consideración. Del mismo modo Díaz-Asencio, *et al.* (2016) implica la medición de variables abióticas con base en la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, nutrientes, la discontinuidad potencial redox, limo / arcilla y contenido de materia orgánica; además de la macrofauna respecto de la abundancia y riqueza de especies. La mayoría de los estudios sobre el metabolismo anaeróbico en organismos acuáticos han estado centrados en la adaptación de los organismos bentónicos (Grandón, *et al.*, 2008), tal como, la presencia de *Oligochaeta* que incrementa conforme a los bajos niveles de oxígeno disuelto (Noguez, *et al.*, 2006).

La producción de oxígeno por parte de las algas durante las horas de la noche es nula, pero, debido a la respiración de las plantas el consumo es alto (Benjumea y Wills, 2007). Según Pastich, et al. (2016) son pocas las especies que tienen la capacidad de obtener la energía necesaria para su sobrevivencia. Acorde con Grieshaber *et al.* (1994) y, González y Quiñones (2000) citados por Grandón, *et al.* (2008) postulan que mayor es la capacidad de un organismo acuático para resistir los cambios en un gradiente de concentración de oxígeno en consecuencia de un mayor número de piruvato oxidoreductasas. Ejemplos de esto son *Diplodon chilensis* (Grandón, *et al.* 2008), *Myxine circifrons* (Hendrickx y Hastings, 2007) y *Perna viridis* (Zapata-Vívenes, *et al.*, 2014).

Factor limitante en medios acuáticos

Impactos ambientales en consecuencia de la anoxia generan costos importantes, tanto económicos y sociales, además de afectar el tiempo de vida útil estipulado para el medio acuático (Escobar, et al., 2005) (Tabla 1).

Según Libes (1992) citado por Valdés, *et al.* (2000) es común que el agua superficial este saturada de oxígeno aunque mediante el incremento de la profundidad su concentración va cambiando. En el núcleo de las zona mínima de oxígeno es donde comúnmente se encuentran las condiciones anóxicas (Castro-González, *et al.*, 2015); un ejemplo de zona mínima de oxígeno con influencia sobre sedimentos con condiciones de anoxia es la Bahía Mejillones, al norte de Chile (Moraga, et al., 2014). A las breves condiciones de agotamiento de oxígeno resultantes de profundas perturbaciones en el ciclo del carbono en el océano global se interpretan como los eventos anóxicos oceánicos (Núñez-Useche, *et al.*, 2014).

Tabla 1. Ejemplificación de medios acuáticos con anoxia.

NOMBRE	LUGAR	TIPO DE MEDIO ACUATICO	REFERENCIA
Pampeanas	Argentina	Lagunas	Quirós, <i>et al.</i> , 2002
Alchichica	México	Lago	Alcocer y Lugo, 2003
De La Vega	México	Embalse	Favari, <i>et al.</i> , 2003
Pao-Cachinche	Venezuela	Embalse	González, <i>et al.</i> , 2004
Golfo Dulce	Costa Rica	Cuenca	Ferdelman, <i>et al.</i> , 2006
Arenal	Costa Rica	Embalse	Umaña, 2006
Tres Palos	Guerrero, México	Laguna	Lanza, <i>et al.</i> , 2008
Angostura	Costa Rica	Embalse	Umaña-Villalobos, 2008
Maracaibo	Venezuela	Lago	Torres, <i>et al.</i> 2010
Picachos	Sinaloa, México	Embalse	Beltrán-Álvarez, <i>et al.</i> , 2012
Piratininga-Itaipu	Brasil	Laguna	Cerda, <i>et al.</i> , 2013
Cretácico Superior	Colombia	Cuenca	Guzmán, <i>et al.</i> , 2016

Conclusión

El mayor factor influyente en el incremento del consumo de oxígeno hasta llegar al punto de anoxia es el exceso de la productividad primaria y por ende, su descomposición orgánica, correlacionados con los efectos negativos de la eutrofización; sin embargo, el estudio de medios acuáticos con presencia de anoxia hacen posible el mayor entendimiento de dicho proceso y las variables relacionadas.

Referencias

ALCOCER, Javier; Escobar, Elva; Oseguera, Luis A. 2008. Acoplamiento pelágico-bentónico: respuesta de la zona bentónica profunda a la sedimentación del florecimiento invernal de diatomeas en el lago oligotrófico Alchichica, Puebla, México. *Hidrobiológica* 18(1): 115-122.

ALCOCER, Javier; Lugo, Alfonso. 2003. Effects of El Niño on the dynamics of Lake Alchichica, central Mexico. *Geofísica Internacional* 42(3): 523-528.

ASTETE-ESPINOZA, Lorena P.; Garrido, Claudia F.; Cáceres, Cristian W. 2010. Respuestas fisiológicas de *Neotrypaea uncinata* (Decapoda: Thalassinidea) a la hipoxia y al parasitismo por *Ionella agassizi* (Isopoda: Epicaridea). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 45(3): 423-431.

BELTRÁN-ÁLVAREZ, Rigoberto; Ramírez-Lozano, Juan Pedro; Sánchez-Palacios, Jesús. 2012. Comportamiento de la temperatura y el oxígeno disuelto en la presa Picachos, Sinaloa, México. *Hidrobiológica* 22(1): 94-97.

BENJUMEA Hoyos, Carlos Augusto; Wills Toro, Álvaro. 2007. Evaluación de la estratificación térmica y su relación con el oxígeno disuelto del agua en la ciénaga Cachimbero, municipio de Cimitarra, Santander. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia* 41: 48-65.

CAMARGO, J. A.; Alonso, A. 2007. Contaminación por nitrógeno inorgánico en los ecosistemas acuáticos: problemas medioambientales, criterios de calidad del agua, e implicaciones del cambio climático. *Ecosistemas* 16 (2): pp. 1-13.

CARRANZA, Alvar; Horta, Sebastián. 2008. Megabenthic gastropods in the outer Uruguayan continental shelf: composition, distribution and some effects of trawling. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 43(1): 137-142.

CASTRO-GONZÁLEZ, Maribeb; Ulloa, Osvaldo; Farías, Laura. 2015. Structure of denitrifying communities reducing N₂O at suboxic waters off northern Chile and Perú. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 50(1): 95-110.

CERDA, Mauricio; Nunes-Barboza, Conceição Denise; Nunes Scali-Carvalho, Camila; de AndradeJandre, Kelly; Marques Jr, Aguinaldo-Nepomuceno. 2013. Nutrient budgets in the Piratininga-Itaipu lagoon system (southeastern Brazil): effects of sea-exchange management. *Latin American Journal of Aquatic Research* 41(2): 226-238.

DE LA MORA Orozco, Celia; Flores López, Hugo Ernesto; Durán Chávez, Álvaro; Ruiz Corral, José Ariel. 2011. Cambio climático y el impacto en la concentración de oxígeno disuelto en el lago de Chapala. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2: 381-394.

DÍAZ-ASENCIO, Lisbet; Helguera, Yusmila; Fernández-Garcés, Raúl; Gómez-Batista, Miguel; Rosell, Guillermo; Hernández, Yurisbey; Pulido, Anabell; Armenteros, Maickel. 2016. Two-year temporal response of benthic macrofauna and sediments to hypoxia in a tropical semi-enclosed bay (Cienfuegos, Cuba). *Revista de Biología Tropical* 64(1): 193-204.

ESCOBAR, Jaime; Restrepo, Juan Camilo; Martínez, José Ignacio. 2005. La paleolimnología como herramienta para el estudio y manejo de embalses. *Gestión y Ambiente* 8(2): 51-59.

FAVARI Perozzi, Liliana; Madrigal Ortiz, Miguel; López López, Eugenia. 2003. Efecto del agua del embalse De la Vega en la lipoperoxidación y los niveles de la acetilcolinesterasa en el hígado y en el músculo de *Xiphophorus helleri*. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 19(3): 145-155.

FERDELMAN, Timothy G.; Thamdrup, Bo; Canfield, Donald E.; Nøhr Glud, Ronnie; Kuever, Jan; Lillebæk, Rolf; Birger Ramsing, Niels; Wawer, Cathrin. 2006. Biogeochemical controls on the oxygen, nitrogen and sulfur distributions in the water column of Golfo Dulce: an anoxic basin on the Pacific coast of Costa Rica revisited. *Revista de Biología Tropical* 54(1): 171-191.

FONTÚRBEL, Francisco E.; Castaño-Villa, Gabriel J. 2011. Relationships between nutrient enrichment and the phytoplankton community at an andean oligotrophic lake: a multivariate assessment. *Ecología Aplicada* 10 (2): pp. 75-81.

GAVIO, Brigitte; Mancera Pineda, Jose Ernesto. 2015. Blooms of ephemeral green algae in san andres island, international biosphere reserve seaflower, southwestern caribbean. *Acta Biológica Colombiana* 20(2): 259-262.

GONZÁLEZ, Ernesto J.; Ortaz, Mario; Peñaherrera, Carlos; Matos, María L. 2004. Fitoplancton de un embalse tropical hipereutrófico (Pao-Cachinche, Venezuela): abundancia, biomasa y producción primaria. *Interciencia* 29(10): 548-555.

GRANDÓN, Maritza A.; Barros, Javier A.; González, Rodrigo R. 2008. Caracterización metabólica de *Diplodon chilensis* (Gray, 1828) (Bivalvia: Hyriidae) expuesto a anoxia experimental. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 43(3): 531-537.

GUZMÁN, Walter; Bermúdez, Hermann Darío; Gómez-Cruz, Arley de Jesús; Vega, Francisco J. 2016. *Ophthalmoplax* (Decapoda: Brachyura: Portunoidea) from the late Campanian, Upper Cretaceous, of Colombia. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 68(1): 1-11.

HENDRICKX, Michel E.; Hastings, Philip A. 2007. Ecological data for *Myxine circifrons* Garman, 1899 (Myxiniformes: Myxinidae) in the gulf of California, Mexico. *Hidrobiológica* 17(3): 273-276.

KORHONEN, LK; Macías-Carranza, V; Abdala, R; Figueroa, FL; Cabello-Pasini, A. 2012. Effects of sulfide concentration, pH, and anoxia on photosynthesis and respiration of *Zostera marina*. *Ciencias Marinas* 38(4): 625-633.

LANZA Espino, Guadalupe de la; Alcocer Durand, Javier; Moreno Ruiz, José Luis; Hernández Pulido, Salvador. 2008. Análisis químico-biológico para determinar el estatus trófico de la Laguna de Tres Palos, Guerrero, México. *Hidrobiológica* 18(1): 21-30.

LÓPEZ Cortés, David J.; Gárate Lizárraga, Ismael; Bustillos Guzmán, José J.; Alonso Rodríguez, Rosalba; Murillo Murillo, Iban. 2003. Variabilidad del estado trófico y la biomasa del fitoplancton de Bahía Concepción, Golfo de California (1997-1999). *Hidrobiológica* 13(3): 195-206.

MORAGA, Rubén; Galan, Alexander; Rossello-Mora, Ramón; Araya, Rubén; Valdés, Jorge. 2014. Composición de la comunidad procariota involucrada en la producción de nitrógeno en sedimentos de la bahía Mejillones. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 49(2): 225-241.

MOSCHINI-CARLOS, Viviane; Gomes de Freitas, Leandro; Pompêo, Marcelo, 2010. Limnological evaluation of water in the Rio Grande and Taquacetuba branches of the Billings Complex (São Paulo, Brazil) and management implications. *Ambiente & Água* 5 (3): pp. 47-59.

NOGUEZ Piedras, Sérgio Renato; Bager, Alex; Rocha Moraes, Paulo Roberto; Isoldi, Loraine André; Ferreira Lauz, Otoniel Geter; Heemann, Christiane. 2006. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. *Ciência Rural* 36(2): 494-500.

NÚÑEZ-USECHE, Fernando; Barragán, Ricardo; Moreno-Bedmar, Josep A.; Canet, Carles. 2014. Mexican archives for the major Cretaceous Oceanic Anoxic Events. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana* 66(3): 491-505.

OCHOA, José Luis; Núñez-Vázquez, Erick; Saad, Jorge. 2003. Diferentes términos utilizados para describir las "Mareas Rojas". *Revista de Biología Tropical* 51(3-4): 621-627.

PASTICH, Elizabeth A.; Barbosa, Silvia M.; Florencio, Lourdinha; Gavazza, Savia; Kato, Mario T. 2016. The influence of environmental factors on the diel variation of phytoplankton in stabilization ponds. *Interciencia* 41(5): 330-333.

QUIRÓS, Rolando; Rosso, Juan José; Rennella, Armando; Sosnovsky, Alejandro; Boveri, María. 2002. Análisis del estado trófico de las lagunas pampeanas (Argentina). *Interciencia* 27(11): 584-591.

RICHARDSON, L.L.; Ragoonath, D.N. 2008. Organic carbon enhances dark survival of the cyanobacterium *Geitlerinema* sp. isolated from black band disease of corals. *Revista de Biología Tropical* 56(1): 119-126.

RODRÍGUEZ, Gilberto. 2001. El lago de maracaibo como cuenca anaeróbica natural: uso de líneas de base históricas en estudios de impacto ambiental. *Interciencia* 26(10): 450-456.

SILVA, Ana Margarita; Acuña-González, Jenaro. 2006. Caracterización físico-química de dos estuarios en la bahía de Golfito, Golfo Dulce, Pacífico de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 54(1): 241-256.

SUNESSEN, Inés; Bárcena, Alejandra; Sar, Eugenia A. 2009. Diatomeas potencialmente nocivas del Golfo San Matías (Argentina). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44(1): 67-88.

TORRES, Julio; Colina, Marinela; Cano, Yulixix; Montilla, Brinolfo; Sánchez, Oscar. 2010. Flujo de fósforo en la interfase agua-sedimento del cono hipolimnético del Lago de Maracaibo (Venezuela). *Multiciencias* 10: 49-54.

UMAÑA Villalobos, Gerardo. 2006. Ciclo anual de estratificación y circulación en el Embalse Arenal, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 54(1): 257-263.

UMAÑA-VILLALOBOS, Gerardo. 2008. Limnología básica del Embalse Angostura, Turrialba, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 56(4): 215-220.

VALDÉS, Jorge; López, Liliana; LoMónaco, Salvador; Ortlieb, Luc. 2000. Condiciones paleoambientales de sedimentación y preservación de materia orgánica en bahía Mejillones del Sur (23° S), Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 35(2): 169-180.

VALDÉS, Jorge; Ortlieb, Luc. 2001. Paleoxigenación subsuperficial de la columna de agua en la bahía Mejillones del sur (23oS): indicadores geoquímicos en testigos de sedimento marino. *Investigaciones Marinas* 29(1): 25-35.

ZAPATA-VÍVENES, Edgar; Tovar-Sánchez, María; Nusetti, Osmar; Lemus, Mairin; Sánchez, Gabriela. 2014. Tolerancia a la anoxia y defensas antioxidantes en el mejillón verde *Perna viridis* (Linneus, 1758) bajo exposición aguda al cadmio. *Latin American Journal of Aquatic Research* 42(3): 514-522.