



COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD DE DIATOMEAS EPILÍTICAS DEL RIO PORTOVIEJO DE LA PROVINCIA DE MANABÍ, ECUADOR

Realizado por:

JUAN ROBERT MERO SANTANA

Como requisito para la obtención del título de:

MÁSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

Directora del proyecto:

BIOLG. SUSANA CHAMORRO ARIAS.

INTRODUCCIÓN

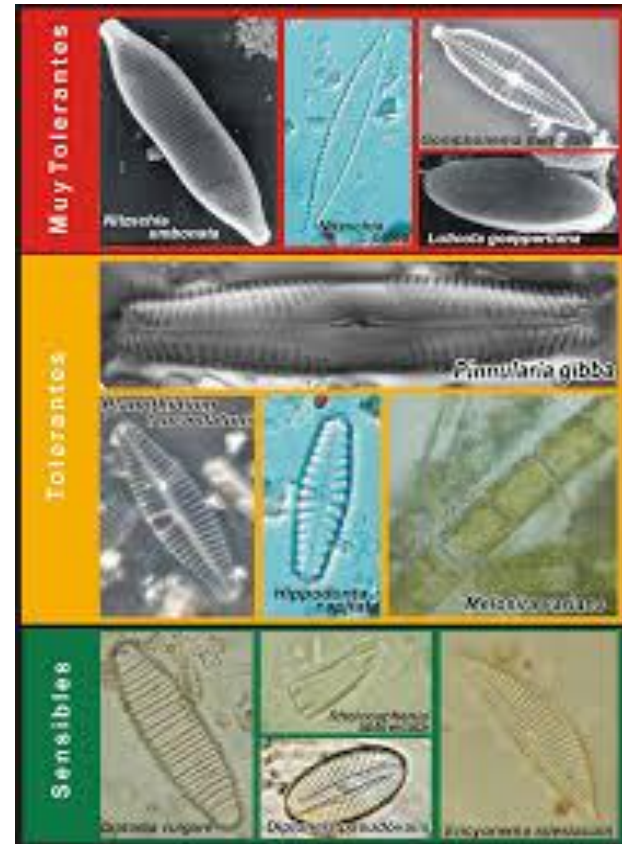
El objetivo del presente trabajo es determinar la composición de especies de las Diatomeas Epilíticas en el Rio «Portoviejo» para contribuir a establecer un índice biótico de calidad de agua.

Calidad de los ecosistemas fluviales



Rio Portoviejo

Bioindicador

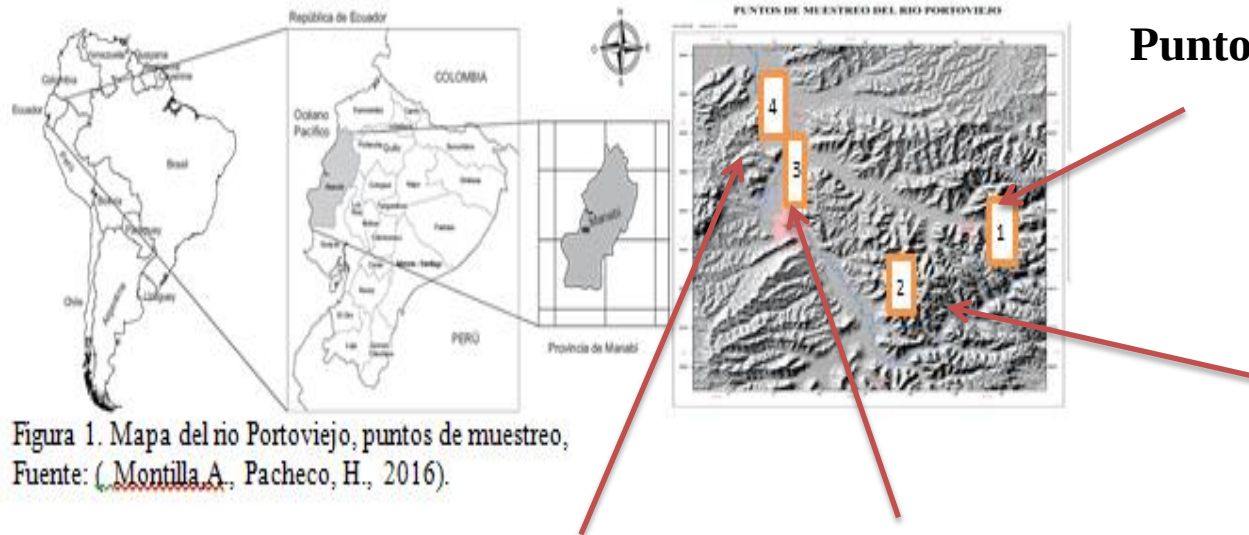


DIATOMEAS



ÁREA DE ESTUDIO

Área de estudio



Punto 1: Honorato Vásquez

Punto 2: Santa Ana

Punto 3: Mejía

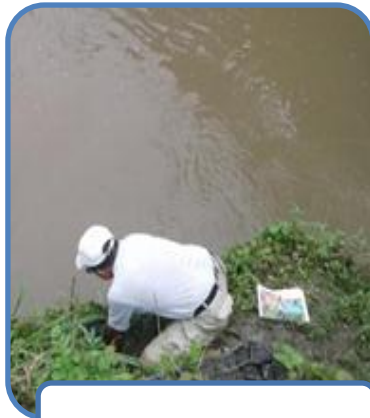
Punto 4: El Ceibal

Puntos de muestreo

N	Sector	Altitud, msnm		
1	Honorato Vásquez	78	17M0586705	9877159
2	Santa Ana	54	17M0569985	9866840
3	Mejía	30	17M0559124	9890660
4	El Ceibal	18	17M0558907	9898035

METODOLOGÍA: Fase de Campo

Muestras de agua



Recolección de muestras

Medición de variables *In Situ*: pH, Temperatura, Conductividad, Oxígeno disuelto



Almacenamiento de muestras

Muestras de diatomeas



Recolección de Substrato

Expresión o Cepillado de la superficie



Almacenamiento de la muestra

METODOLOGÍA: Fase de Laboratorio

Parámetros fisicoquímicos



TDS, Turbidez

Medición de nitratos y fosfatos



Medición de DBO5

Preparación de Diatomeas



Oxidación con H₂O₂ y ácido sulfúrico

Preparación de Placas



Identificación y conteo

METODOLOGÍA: IBCA - IQADATA

Cálculo de la abundancia de especies:

$$\text{Abundancia de especies} = \frac{\text{numero de individuos}}{\text{número de especies}}$$

Valor trófico de especies:

Para determinar el valor trófico de cada especie se basó en Lobo et al. (1996)

ITCA	Nivel de Polución
Oligotrófico Polución despreciable	1,0 - 1,5
β- mesotrófico Polución moderada	1,5 - 2,5
α-mesotrófico Polución fuerte	2,5 - 3,5
Eutrófico Polución excesiva	2,5 - 4

Cálculo del índice biótico de calidad de aguas:

$$IBCA = \frac{\Sigma(vt * \%h)}{\Sigma h}$$

vt= valor trófico de especies

h= abundancia relativa de especies

Cálculo índice de calidad de agua:

Posselt & Costa (2010)

Valor de (ICA)	Calificación
Bueno	71 – 90
Excelente	91 – 100
Regular	51 – 70
Malo	26 – 50
Muy malo	0 – 25

IQADATA
Versão 2010

RESULTADOS

Variables Fisicoquímicas

Tabla 3.- Resultados de Parámetros físico-químicos promedio por punto durante tres meses

Variables	P1	P2	P3	P4
T, °C	26.6±0.79	26.37±0.32	27.37±1.87	26.80±1.06
pH	7.49±0.28	7.69±0.29	7.66±0.33	7.35±0.46
O.D. (mg.L ⁻¹)	7.22±0.81	7.25±0.65	5.55±0.42	5.67±0.41
Conduct (uS.cm ⁻¹)	135.27±17.79	295.67±69.25	655.67±180.56	625.67±168.35
DBO5 (mg.L ⁻¹)	16.72±3.10	32.2±3.10	28.24±2.54	267.84±56.69
Nitratos (mg.L ⁻¹)	0.09±0.05	0.16±0.05	0.31±0.08	0.34±0.08
Fosfatos (mg.L ⁻¹)	0.70±0.44	0.90±0.42	1.61±0.43	1.60±0.54
Colif Tot UFC.100ml ⁻¹)	8.67±6.11	20.33±3.51	1133.33±723.42	1933.33±305.50
TDS (mg.L ⁻¹)	108.33±12.58	221.33±60.87	545.33±91.19	546.33±147.45
Turb (NTU)	37.17±12.51	57.23±17.72	476.33±346.49	520.33±436.16

*T: Temperatura,O.D.: Oxígeno disuelto; TDS: sólidos totales Disueltos; Colif_tot: coliformes totales; Turb: turbidez; Conduct: conductividad eléctrica. DBO₅: demanda bioquímica de oxígeno durante 5 días.; mg.L⁻¹ =miligramos por litro, μS.cm⁻¹ =:microsiemen por centímetro, UFC.100 ml⁻¹ = Unidad Formadora de colonia por 100 mililitros; NTU=Unidad Nefelométrica de Turbidez

RESULTADOS

Índice de calidad del Agua (IQADATA):

Tabla 2.- Resultados calculados según IQADData

Puntos	Valor de IQA	Calificación
P1	60.50	Media
P2	49.75	Malo
P3	42.15	Malo
P4	44.90	Malo

RESULTADOS

Especies Abundantes: Se identificaron 54 especies de diatomeas a lo largo del río Portoviejo.

Nombres	Especies Abundantes	Valor Trófico	Abundancia relativa	Vt%	ITCA
<u>Achnanthidium exiguum</u>	156	1	8.67	8.67	ITCA – P1 = 1.07 Oligotrófico: contaminación despreciable.
<u>Achnanthidium minutissimum</u>	144	1	8.00	8.00	
<u>Cocconeis lineata.</u>	155	2.5	8.61	21.53	
<u>Gomphonema lagenula.</u>	138	2.5	7.67	19.17	
<u>Mayamaea permitis</u>	117	4	6.50	26.00	
<u>Nitzschia dissipata</u>	128	1	7.11	7.11	
<u>Surirella brebissonii var.</u>	106	1	5.89	5.89	
<u>Ulnaria ulna.</u>	194	1	10.78	10.78	ITCA - P2= 1.73 <u>β-mesotrófico</u> (contaminación moderada)
<u>Cocconeis lineata</u>	277	2.5	15.39	38.47	
<u>Navicula gregaria</u>	243	4	13.50	54.00	
<u>Nitzschia inconspicua</u>	113	1	6.28	6.28	
<u>Rhoicosphenia abbreviata</u>	249	4	13.83	55.33	
<u>Surirella brebissonii var</u>	214	1	11.89	11.89	
<u>Ulnaria ulna</u>	128	1	7.11	7.11	ITCA – P3= 2.77 <u>α-mesotrófico</u> (contaminación fuerte)
<u>Gomphonema lagenula</u>	152	2.5	8.44	21.11	
<u>Gyrosigma kuetzingii</u>	93	4	5.17	20.67	
<u>Navicula cryptotenella</u>	107	2.5	5.94	14.86	
<u>Navicula gregaria</u>	639	4	35.50	142.00	
<u>Nitzschia palea</u>	352	4	19.56	78.22	
<u>Navicula cryptotenella.</u>	150	2.5	8.33	20.83	ITCA – P4 = 2.81 <u>α-mesotrófico</u> (contaminación fuerte)
<u>Navicula lanceolata.</u>	162	4	9.00	36.00	
<u>Navicula symmetrica</u>	362	4	20.11	80.44	
<u>Nitzschia amphibia.</u>	107	2.5	5.94	14.86	
<u>Nitzschia clausii</u>	245	4	13.61	54.44	
<u>Nitzschia palea</u>	335	4	18.61	74.44	

RESULTADOS

Análisis canónico por correspondencia:

Tabla 8. Coeficientes canónicos y correlaciones de interés de diez parámetros físico químicas y microbiológicas con los ejes 1,2 y 3, utilizando 54 variables bióticas.

Variables	Eje 1	Eje 2	Eje 3
Temperatura = T ($^{\circ}\text{C}$)	-0.160207	0.0894659	0.0749429
Potencial de Hidrógeno = pH	0.257276	0.523449	-0.091614
Oxígeno Disuelto = O. D. (mg.L^{-1})	0.779452	-0.020611	-0.347080
Conductividad Eléctrica = CE (uS.cm^{-1})	-0.798207	0.392405	-0.032874
Demanda Bioquímica de oxígeno = DBO ₅ (mg.L^{-1})	-0.406906	-0.252904	-0.733913
Nitratos = NO ₃ ⁻ (mg.L^{-1})	-0.868308	0.181162	0.0557606
Fosfatos = PO ₄ ³⁻ (mg.L^{-1})	-0.681291	0.163927	0.314935
Coliformes Fecales UFC/100ml	-0.943857	0.141324	0.155070
Sólido Totales Disueltos = TDS (mg.L^{-1})	-0.847906	0.29903	0.0266029
Turbidez = Tur (FTU)	-0.856115	0.0542395	0.277745

RESULTADOS

Análisis canónico de correspondencia:

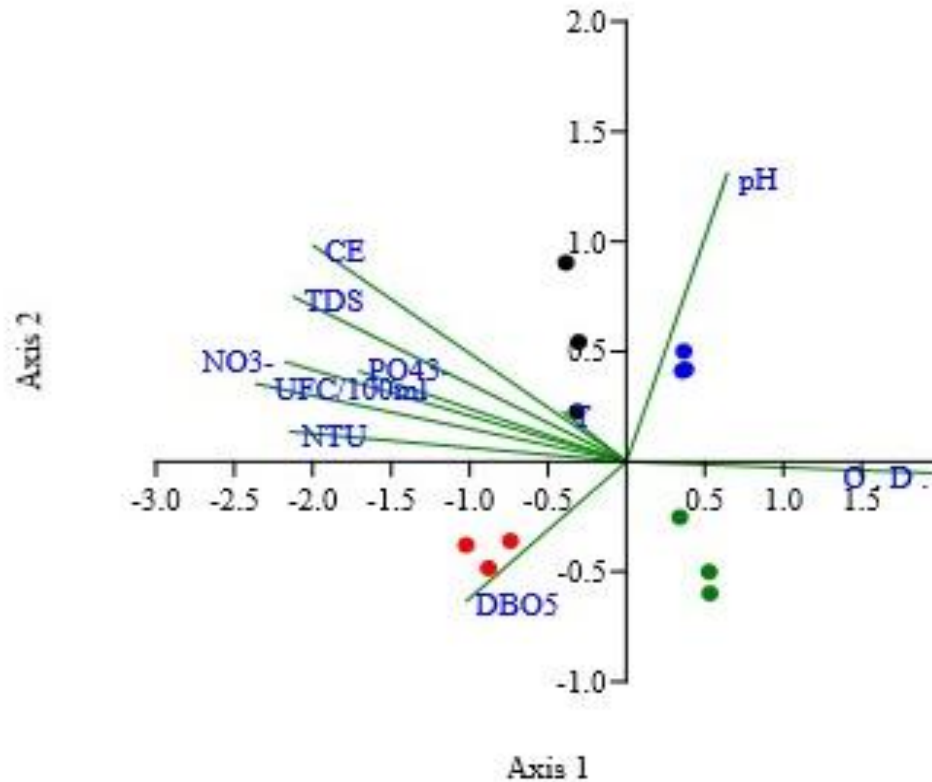
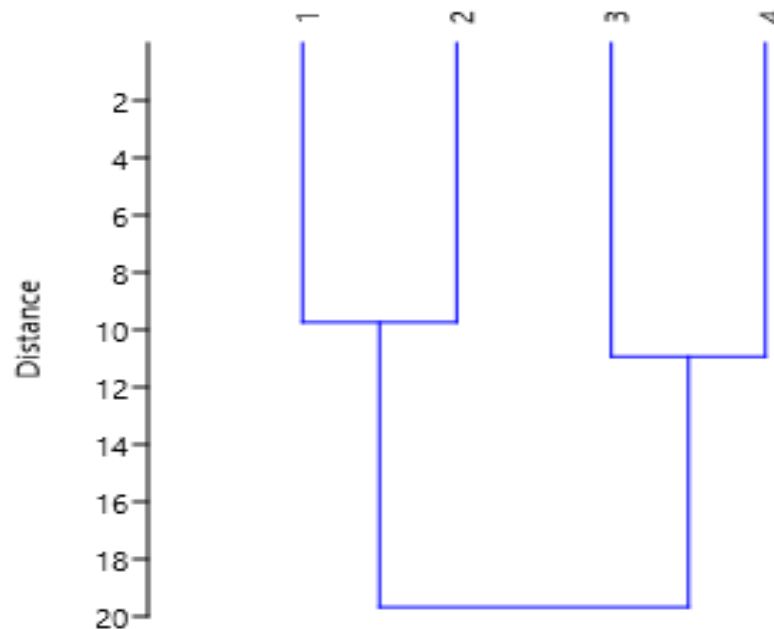


Figura 3 Análisis canónico de correspondencia del rio Portoviejo.

RESULTADOS

Análisis de conglomerados



Figuras 5 Análisis de Clúster para las Diatomeas epilíticas para los puntos 1, 2 3 y 4
Dendrograma de las tendencias por grupo y puntos de las especies de diatomeas epilíticas encontradas en Cuenca Hidrográfica del río Portoviejo.

CONCLUSIONES

- La composición de especies de diatomeas del río “Portoviejo” varía en función del grado de eutrofización.
- El punto uno presenta una mayor presencia de especies de diatomeas con relación a los demás puntos.
- Existen especies no abundantes en el río “Portoviejo” que son características de cada punto de muestreo.
- En el río Portoviejo hay una tendencia en la corriente descendente de la eutrofización desde la cabecera del río que es menos poblada (sitios de muestreo P1 y P2) hacia las zonas más pobladas (sitios de muestreo P3 y P4).
- Se demuestra que las comunidades de diatomeas experimentan cambios en la composición de las especies a lo largo de un gradiente descendente de eutrofización creciente, con especies sensibles que prevalecen en los alcances aguas arriba y su reemplazo gradual hacia abajo por especies que son más tolerantes.
- Los valores tróficos de las especies de diatomeas disponibles en la literatura científica no siempre son adecuados para diagnosticar la calidad del agua del río Portoviejo.

GRACIAS POR SU ATENCIÓN

BIBLIOGRAFÍA

- Blanco, S., Cejudo-Figueiras, C., Álvarez-Blanco, I., Bácares, E., Hoffman, L., & Ector, L.** (2010). Atlas de las Diatomeas de la cuenca del Duero, Diatom Atlas of the Duero
- Battarbee, R.W.,** (1986). R.W. Battarbee. Diatom analysis. Handbook of holocene paleoecology and paleohydrology. London: John Wiley and Sons; 1986. 527p
- Castillejo, P., Chamorro, S., Paz, L., Heinrich, C., Carrillo, I., Salazar, J., Navarro, J. & Lobo, E.** (2018). Response of epilithic diatom communities to environmental gradients along an Ecuadorian Andean River, *C.R. Biologies*, 341, 256 -263.
- Céspedes, E., Umaña, G., y Silva, A.,** (2015). Tolerancia de diez especies diatomeas (Bachillariophycaca) a los factores físico-químicos del agua en el Río Sarapiquí, Costa Rica.
- Chapman, D.,** (1996). World Health Organization, Unesco & United Nations Environment Programme. Water quality assessments : a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring / edited by Deborah Chapman, 2nd ed. London : E & FN
- Díaz, C.** (2004). Diatomeas de pequeños ríos andinos y su utilización como indicadoras de condiciones ambientales. *Limnología Caldasia* 26 (2) 381- 394
- Esquiús, K., Escalante, A., y Solar L.** (2008). Algas Epífitas Indicadoras de Calidad del Agua en Arroyos vinculados a la laguna de Los Padres. *Biología Acuática*, 24, 95 – 102
- Hammer, Ø., Harper, D.A., Ryan, P., PAST:** Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis, Palaeontologia Electronica 178 kb, T. Harper, Geol.).
- Hernández, S.** (2012) Indicadores biológicos de calidad de agua superficiales de la subcuenca del Río Viejo, utilizando fitobentos (Diatomeas) Centro para la investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua, CIRA/UNAN – Managua.
- Hoffman, G., Werum, M., & Lange-Bertalot, H.** (2013). Diatomeen in Süßwasser Benthos von mitteleuropa. Bestimmungssfloras Kieselalgen für die ökologische Praxis.
- Jackson, D.A.,** Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches, *Ecology* 74 (8) (1993) 2204–2214.,
- Janzekovic, F., Novak, T.,** PCA – A powerful method for analyze ecological niches, in: principal component analysis – multidisciplinary applications, *InTech* 1 (2012) 127–142.
- Kelly, M., Juggins, S., Guthrie, R., Pritchard, S., Jamieson, J., Rippey, B., Yallop, M.,** Assessment of ecological status in UK rivers using diatoms, *Freshw. Biol.* 53 (2008) 403
- Licursi, M., y Gómez, N.** (2003). Aplicación de índices bióticos en la evaluación de la calidad del agua en sistemas lóticos de la llanura pampeana a partir del empleo de diatomeas. *Biología Acuática*, 21, 31 – 49
- Lobo E.A., Heinrich C.E., Schuch M., Wetzel C.E., Düpont A., Da Costa A., Ector L.,** (2016). Índice Trófico de qualidade da água: Guia ilustrado para sistemas lóticos subtropicais e temperados brasileiros. EDUNISC.
- Lobo E.A. & Kobayasi, H.** (1990). Shannon's diversity index applied to some freshwater diatom assemblages in the Sakawa River System (Kanagawa Pref., Japan) and its use as an indicator of water quality. *Japanese Journal of Phycology* 38: 229-243.
- Lobo, E.A. & Leighton, G.** (1986). Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de ríos y esteros de la Zona Central de Chile.
- Lobo, E.A., Callegaro, V.L.M. & Bender, P.** (2002). Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadoras da qualidade da água em rios e arroios da Região Hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil. Santa Cruz do Sul: EDUNISC. 127 p.
- Lobo, E.A., Callegaro, V.L.M., Hermany G., Bes D., Wetzel, C.E. & Oliveira, M.A.** (2004). Use of epilithic diatoms as bioindicators, with special emphasis to the eutrophication problem of lotic systems in Southern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 16: 25-40.
- Lobo E.A., Schuch M., Heinrich C.G., Da Costa A., Düpont A., Wetzel C.E., Ector L.,** (2015). Development of the Trophic Water Quality Index (TWQI) for subtropical temperate Brazilian lotic systems.
- Metzeltin, D., & Lange-Bertalot, H.** (1998). Tropical diatomsof South America I, about 700 predominantly rarely known or new taxa representative of the neotropical flora . Königstein: Koeltz Scientific Books.
- Metzeltin, D., Lange-Bertalot, H., & García-Rodríguez, F.** (2005). Diatoms of Uruguay. Compared with of othertaxa from South america and elsewhere, *Iconographia Diatomológica*, Ruggsell. Uruguay: A.R.G. Ganther Verlag K. G.
- Montilla, A., Pacheco, H.,** (2016), Comportamiento Temporal Y Espacial Del Bosque Ribereño En El Curso Bajo Del Río Portoviejo Y La Quebrada Chilán, Provincia De Manabí,
- Moreno, D., Quintero, J., & Lopez, A.** (2010). Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia. Koeltz Scientific Books
- Moretto D.L., Panta R.E., Da Costa A.B., Lobo E.A.,** (2012). Calibration of water quality index (WQI) based on Resolution no. 357/2005 of the Environment National Council
- Morrone, J.** (2004). Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición.
- National Sanitation Foundation - NSF.** *Water Quality Index (WQI)*. Available from: <http://www.nsf.org/consumer/earth_day/wqi.asp>. Access in: 10 jan. 2010.
- Oliviera, M., Torgan, L., Lobo, E., y Scharzbold, A.** (2001). Association of Periphytic Diatom Species of Artificial Substrate in Lotic Environments in the Arroio Sampaio Basin,.

BIBLIOGRAFÍA

- OMNIDIA**, Omnidia software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. v. 6.0.2, 2017 <http://www.omnidia.fr>.
- Pantle, R., & Buck, H.** (1955). Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Gas- und Wasserfach Wasser und Abwasser, 96,609–620.
- Paul, S. S., Mallik, B., Mandal, M., Biswas, B., Sekh, S., & Sarkar, N. Sen.** (2016). Epilithic diatoms as biological water quality indicators--A study in three geographically isolated hill streams in India. *Journal of Environmental Biology*, 37(2), 275–283. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27097448>
- Posselt, E., Costa, A., Lobo, E., Software IQADData** (2015). Programa de Mestrado em Sistemas e Processos Industriais PPGSPI, UNISC, 2010, 2015 (Retrieved from <http://www.unisc.br/ppgspl>).
- Round, F.E., R.M. Crawford & Mann, D.G.** (1990). *The diatoms. Biology and morphology of the genera*. - Cambridge University Press, Cambridge.
- Sala, S. E., Vouilloud, A. A., Plata-Díaz, Y., Pedraza, E., & Pimienta, A.** (2015). Taxonomía Y Distribución De Diatomeas Epilíticas Registradas Por Primera Vez En Colombia I. *Caldasía*, 37(1), 125
- Salomoni, S., Rocha, O., Callegaro, V., y Lobo, E.** (2006). Epilithic diatoms as indicators of water quality in the Gravataí river, Rio Grande do Sul, Brazil. *Hydrologia Springer*, 559, 233-247.
- Schneck, F., Torgan, L., Schwarzbald, A.** (2007). Epilithic diatom community in a high altitude stream impacted by fish farming in southern Brazil. Study area Epilithic diatom sampling. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 19 (3). 341 - 355
- Tall, L., Cloutier, L., Cattaneo A.** (2006). Grazer-diatom size relationships in an epiphytic community. *Limnology and Oceanography*, 51 (2), 1211 – 1216
- Tang, T., Cai, Q. Lui, J.,** (2006). Using Epilithic Diatom communities to assess ecological condition of Xiangxi river system. *Environmental and Assessment*, 112., 347 – 361.
- Tundisi J.G.,** (2014)Recursos hídricos no Brasil, problemas, desafios e estratégias para o futuro. Rio de Janeiro.
- Turner, M., Howell, E., Summerby, H., Hesslein, R., Finfdlay, D., Jackson, M.** (1991). Changes in epilithon and epiphyton associated with experimental acidification of lake to pH 5. *Limnology and Ocenaography*, 36 (7), 1390 - 1405
- Uvillús, S.,** (2017)Caracterización de la Composición Florística de diatomeas epilíticas asociadas al grado de eutrofización en el río “La Compañía” del cantón Mejía. Universidad SEK.
- Ward, J. H., JR.** (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, 58(301), 236–244.
- Wetzel, C.E., Ector, L., Hoffmann, L. & Bicudo, D.C.** (2010). Colonial planktonic *Eunotia* (Bacillariophyceae) from Brazilian Amazon: Taxonomy and biogeographical considerations on the *E. asterionelloides* species complex. *Nova Hedwigia* 91(1-2):49-86.