



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS BENTÓNICOS (MAB) Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO MASHCÓN-CAJAMARCA, 2016”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero ambiental

Autor:

Br. Pedro Diego Palomino Avellaneda

Asesor:

Mg. Ing. Gary Christiam Farfán Chilicaus

Cajamarca – Perú

2016

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

<u>APROBACIÓN DE LA TESIS</u>	ii
<u>DEDICATORIA</u>	iii
<u>AGRADECIMIENTO</u>	iv
<u>ÍNDICE DE CONTENIDOS</u>	v
<u>ÍNDICE DE TABLAS</u>	vii
<u>ÍNDICE DE FIGURAS</u>	viii
<u>RESUMEN</u>	x
<u>ABSTRACT</u>	xi
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema.....	12
1.3. Justificación.....	12
1.4. Limitaciones	13
1.5. Objetivos	13
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	13
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>	13
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	15
2.1. Antecedentes	15
2.1.1. <i>Área de estudio</i>	15
2.1.2. <i>Los Macroinvertebrados acuáticos bentónicos como indicadores de calidad del agua</i>	17
2.2. Bases teóricas.....	21
2.2.1. <i>Calidad del agua</i>	21
2.2.2. <i>Bioindicadores o indicadores biológicos</i>	26
2.2.3. <i>Macroinvertebrados acuáticos bentónicos (MAB)</i>	27
2.3. Definición de términos básicos	42
2.4. Hipótesis	43
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	44
3.1. Operacionalización de variables	44
3.2. Diseño de investigación	45
3.3. Unidad de estudio	45
3.4. Población	45
3.5. Muestra	45

3.6.	Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	45
3.7.	Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos	47
CAPÍTULO 4. RESULTADOS		49
4.1.	Determinación de las estaciones de muestreo	49
4.2.	Parámetros de calidad del agua por estación de muestreo	52
4.3.	Macroinvertebrados acuáticos bentónicos por estación de muestreo.....	58
4.4.	Grupos tróficos.....	63
4.5.	Evaluación de la calidad del agua en función de Índices bióticos	66
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....		68
CONCLUSIONES.....		75
RECOMENDACIONES		76
REFERENCIAS.....		77
ANEXOS		84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Tipos generales de contaminantes del agua.....	22
Tabla 02: Índices Bióticos más empleados.....	41
Tabla 03: Interpretación de los Índices bióticos.....	42
Tabla 04: Operacionalización de variables.....	44
Tabla 05: Ubicación de las estaciones de muestreo en el río Mashcón.....	49
Tabla 06: Datos complementarios registrados en cada estación de muestreo.....	51
Tabla 07: Parámetros de calidad de agua registrados por estación de muestreo en el río Mashcón.....	52
Tabla 08: Biota and/or Environmental matching (BEST).....	58
Tabla 09: MAB registrados por estación de muestreo.....	59
Tabla 10: Densidad y abundancia de MAB registrada en cada estación de muestreo.....	60
Tabla 11: Diversidad por estación de muestreo.....	60
Tabla 12: ANOVA de un factor entre ambos grupos.....	63
Tabla 13: Taxones de MAB y sus grupos tróficos.....	64
Tabla 14: Biological Monitoring Working Party.....	67
Tabla 15: Índice Biótico de Familia,,,,,,,,,,,,,.....	67
Tabla 16: Índice Biótico Andino.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Insectos dulciacuícolas – Díptera.....	31
Figura 02: Insectos dulciacuícolas – Ephemeroptera.....	31
Figura 03: Insectos dulciacuícolas – Trichoptera.....	32
Figura 04: Insectos dulciacuícolas – Coleóptera.....	33
Figura 05: Crustáceos dulciacuícolas – Amphípoda.....	34
Figura 06: Crustáceos dulciacuícolas – Decápoda.....	34
Figura 07: Crustáceos dulciacuícolas – Branchiopoda.....	35
Figura 08: Crustáceos dulciacuícolas – Ostrácoda.....	35
Figura 09: invertebrados no artrópodos dulciacuícolas – Gastropoda.....	36
Figura 10: invertebrados no artrópodos dulciacuícolas – Bivalvia.....	37
Figura 11: invertebrados no artrópodos dulciacuícolas – Platyhelminthes.....	38
Figura 12: invertebrados no artrópodos dulciacuícolas – Nematoda.....	38
Figura 13: invertebrados no artrópodos dulciacuícolas – Annelida.....	39
Figura 14: Vista satelital de las estaciones de muestreo en el río Mashcón.....	50
Figura 15: Grafica de sólidos suspendidos totales por estación de muestreo.....	53
Figura 16: Grafica de la temperatura por estación de muestreo.....	54
Figura 17: Grafica de conductividad eléctrica por estación de muestreo.....	54
Figura 18: Grafica de sólidos totales disueltos por estación de muestreo.....	55
Figura 19: Grafica de pH por estación de muestreo.....	55
Figura 20: Grafica de Aniones por estación de muestreo.....	56
Figura 21: Grafica de la demanda bioquímica de oxígeno por estación de muestreo.....	56
Figura 22: Grafica de la demanda química de oxígeno por estación de muestreo.....	57
Figura 23: Diagrama de Draftsman plot.....	57
Figura 24: Dominancia acumulativa por estación de muestreo.....	61
Figura 25: Dendrograma de similaridad de Bray-Curtis entre las estaciones de muestreo.....	62
Figura 26: Multidimensional scaling entre las estaciones de muestreo.....	62

Figura 27: Grupos tróficos por estación.....65

Figura 28: Multidimensional scaling de los grupos tróficos por estación.....66

RESUMEN

Los macroinvertebrados acuáticos bentónicos (MAB) son organismos que por sus características, tanto a nivel individual como de comunidad, son considerados como eficientes bioindicadores de la calidad de los cuerpos de agua. El objetivo del presente trabajo de investigación fué relacionar los cambios en la estructura comunitaria de los MAB con la variación de los parámetros asociados a la calidad del agua en el río Mashcón. Para ello se seleccionaron cinco estaciones de muestreo en las cuales se tomaron muestras de agua para su análisis físico, químico y microbiológico y se recolectó los MAB, siendo preservados para su posterior análisis. Los parámetros de calidad del agua en las cinco estaciones de muestreo indican una notoria variación en cuanto a variables relacionadas a la cantidad de materia orgánica presente en el agua como el DBO5 y DQO; como también en los coliformes totales. Estos parámetros son asociados a perturbación de origen antrópico, lo que guarda relación con la proximidad de las estaciones de muestreo con asentamientos humanos. La comunidad de macroinvertebrados acuáticos bentónicos registrada en las cinco estaciones de muestreo totalizo 1 091 individuos que se distribuyeron en 7 órdenes y 17 familias, de las cuales 14 corresponden a familias de insectos, siendo el grupo con mayor presencia en las cinco estaciones. En las estaciones E1 y E2 se observó una mayor abundancia de la familia Chironomidae, que son considerados indicadores de aguas contaminadas con materia orgánica. En las estaciones E3, E4 y E5 fue la familia Batidae la que mayor abundancia presentó, aunque también se registró en la estación dos, que presenta un alto grado de perturbación, por lo que no indicaría precisamente aguas de buena calidad. No siendo el caso de la familia Leptophlebiidae (orden Ephemeroptera) y familias pertenecientes a los órdenes Trichoptera y Coleóptera que solo se registraron en las estaciones E4 y E5, que presentan una menor perturbación, por lo que estas familias indicarían una mejor calidad del agua. En cuanto a los índices de diversidad aplicados los resultados muestran que la estación cuatro y la estación E5 tienen la mayor diversidad (H'), lo que indicaría que son aguas de buena calidad. La comunidad de MAB se caracterizó en función del grupo trófico al que pertenecen. Los resultados muestran cómo estos varían en cada estación, encontrándose una baja diversidad en las estaciones E1, E2 y E3; en relación a las estaciones E4 y E5 que muestran una alta variedad de grupos tróficos. Los índices bióticos (IB) utilizados en este estudio mostraron una similar tendencia general en las cinco estaciones de muestreo y permitió definir ambientes en buen estado y otras, fuertemente impactadas desde el punto de vista biológico. Los índices bióticos indican que las estaciones uno, dos y tres son las que mayor perturbación presentan, siendo la estación uno la que mayor contaminación presentaría. Al analizar los resultados obtenidos en las cinco estaciones de muestreo en el río Mashcón, se llega a la conclusión que existe una correlación entre los parámetros de calidad del agua y los MAB. Basándose en el estudio de la comunidad de MAB en función de la abundancia de familias, índices de diversidad, grupos tróficos y la aplicación de índices bióticos (IB) para determinar la calidad del agua; en relación a parámetros físicos, químicos y microbiológicos que se registraron en cada estación de muestreo.

Palabras claves: Macroinvertebrados, calidad, bioindicadores, contaminación, Cajamarca, río Mashcón

ABSTRACT

Benthic aquatic macroinvertebrates (BAM), are organisms that by their characteristics, both individual level and as a community, are considered as efficient bioindicators of the quality of water bodies. The objective of this research was to relate changes in community structure of BAM with the variation of the parameters associated with water quality in the Mashcón river. For it, there were selected five sampling stations where water samples were taken for physical, chemical and microbiological analysis and were collected the BAM, which were preserved for further analysis. The parameters of water quality in the five sampling stations indicate a marked variation as for variables related to the quantity of organic matter present in water as the BOD₅ and COD; as also in total coliforms. These parameters are associated with anthropogenic disturbance, which is related to the proximity of the sampling stations with human settlements. The community of benthic aquatic macroinvertebrates recorded in the five sampling stations totaled 1,091 individuals who were distributed in 7 orders and 17 families, of which 14 correspond to insect families, being the group with the greatest presence at the five stations. On the stations E1 and E2 was observed a higher abundance of Chironomidae family, which are considered indicators of water contaminated with organic matter. On the stations E3, E4 and E5 was the Batidae family, which presented a higher abundance, though also was recorded on the station two, which has a high degree of disturbance, so it not precisely indicate waters of good quality. Not being the case of Leptophlebiidae family (order Ephemeroptera) and families belonging to the Trichoptera and Coleoptera orders that only were recorded in the E4 and E5 stations, which present a minor disturbance, for what these families would indicate a better quality of water. As for the diversity indexes applied to the results show that the E4 and E5 stations have the highest diversity (H'), which would indicate that these are waters of good quality. The BAM's community was characterized in function of the trophic group that they belong. The results show how these vary in each station, finding a low diversity in the E1, E2 and E3 stations; in relation to E4 and E5 stations witch showing a high variety of trophic groups. The biotic indexes (BI) used in this study showed a similar general trend in the five sampling stations and it allowed to define environments in good condition and others, strongly impacted from the biological point of view. The biotic indexes indicate that the stations one, two and three are those that present major disturbance, being the station one, which a higher pollution would present. On having analyzed the results obtained in the five sampling stations in the Mashcón river, it is concluded that exist a correlation between the parameters of water quality and the BAM. Being based on the study of the BAM community in function of the abundance of family, diversity indexes, trophic groups and the application of biotic indexes (BI) to determine water quality; in relation to physical, chemical and microbiological parameters that were recorded at each sampling station.

Keywords: *macroinvertebrates, quality, bioindicators, pollution, Cajamarca, Mashcón river*

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Álvarez, L. (2005). *Metodología para la utilización de los Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Arcos, M., Ávila, S., Estupiñan, S. & Gómez, A. (2005). *Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua*. Cundinamarca, Colombia: Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.
- Arroyo, D. (2007). *Evaluación de la calidad de agua de las fuentes hidrográficas del Bosque Protector Río Guajalito (BPRG) a través de la utilización de macroinvertebrados acuáticos, Pichincha, Ecuador*. Universidad San Francisco de Quito, Ecuador.
- Aznar, A. (2000). *Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas*. Madrid: Instituto Tecnológico de Química y Materiales “Álvaro Alonso Barba”. Universidad Carlos III.
- Barba, R., De La Lanza, G., Contreras, A. & Gonzales, I. (2013). *Insectos acuáticos indicadores de calidad del agua en México: casos de estudio, ríos Copalita, Zimatán y Coyula, Oaxaca*. Revista Mexicana de Biodiversidad, 84: 381-383.
- Barrenechea, A. (2004). *Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua*. En L. Canepa, Tratamiento de agua para consumo humano. Plantas de filtración rápida. Manual I. (pág. 278). Lima: CEPIS/OPS.
- Bernal, E., Garcia, D., Novoa, M. & Pinzon, A. (2006). *Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados de la quebrada Paloblanco de la cuenca del río Otún (Risaralda, Colombia)*. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.
- Campo, A. & Duval, V. (2014). *Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina)*. En revista Anales de Geografía, 34(2): 25-42.

- Cabildo, M. & y Cornago, M. (2004). *Bases químicas del medio ambiente*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a distancia.
- Cairns, J. y Pratt, J. (1993). *A History of Biological Monitoring Using Benthic Macroinvertebrates. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macro Invertebrates*, D. M. Rosenberg and V. H. Resh, eds., Chapman & Hall, NY.
- Cárdenas, A., Reyes, B., López, M., Woo, A., Ramirez, E. & Ibrahim, M. (2007). *Biodiversidad de macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua en la subcuenca de los ríos Bul Bul y Paiwas, Matiguás, Nicaragua*. En revista Encuentro 2007/ Año XXXIX, 77: 83-93.
- Cardona, A. (2003). *Calidad y riesgo de contaminación de las aguas superficiales en la microcuenca del Río La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras*. Tesis. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica. Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0118e/A0118e.pdf>
- Castellano, P., & Serrato, C. (2008). *Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el páramo de Santurbán, norte de Santander*. Rev. Acad. Colomb. Cienc., 32 (122):79-8. ISSN 0370-3908.
- Custodio, M. & Chaname, F. (2016). *Análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Cunas mediante indicadores ambientales, Junín-Perú*. En revista Scientia Agropecuaria 7 (1): 33 – 44.
- DECRETO SUPREMO 002-2008 – MINAM. Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua (Julio 30, 2008).
- DECRETO SUPREMO 015-2015-MINAM. Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (Diciembre 19, 2015)
- FAO. (1992). *Prevención de la contaminación del agua por la agricultura y actividades a fin. Informes sobre temas hídricos*. Santiago de Chile. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=1uuxpntvq8C&dq=FAO.+Prevenci%C3%B3n+de+la>

- +contaminaci%C3%B3n+del+agua+por+la+agricultura+y+actividades+a+fin.&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- Figueroa, R., Palma, A., Ruiz, V. & Niell, X. (2007). *Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán, VIII Región*. Revista Chilena de Historia Natural, 80: 225-242
 - Figueroa, R., Valdovinos, C., Araya, E. & Parra, O. (2003). *Macro invertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile*. Revista Chilena de Historia Natural, 76, 275-285.
 - Flores, D. (2014). *Guía de vigilancia ambiental "Agua es vida"*. ISF, ACSUR, GRUFIDES. Cajamarca, Perú.
 - Flowers, R., & De la Rosa, C. (2010). *Capítulo 4: Ephemeroptera*. Revista de Biología Tropical, 58(Suppl. 4), 63-93. Retrieved September 11, 2016, from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800004&lng=en&tlng=es.
 - Galindo, L., Constantino, L., Benavides, P., Montoya, E. & Rodríguez, N. (2012). *Evaluación de macroinvertebrados acuáticos y calidad de agua en quebradas de fincas cafeteras de Cundinamarca y Santander, Colombia*. En revista Cenicafé, 63(1):70-92.
 - Gil, J. (2014). *Determinación de la calidad del agua mediante variables físico químicas, y la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua en la cuenca del río Garagoa*. Universidad de Manizales
 - Giocametti, J., Bersosa F. (2006). *Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicador de calidad del agua en el río Alambi. Sangolquí - Ecuador*. Boletín técnico N° 6, serie zoológica 2: 17,32.
 - Grimaldo, W. (2004). *Aspectos tróficos y ecológicos de los macroinvertebrados acuáticos*. En revista Ecological Explorers, Vol. 1 No 1.

- Hanson, P., Springer, M. & Ramirez, A. (2010). *Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos*. En Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 58 (Suppl. 4): 3-37.
- Harrison, R. (2003). *El Medio Ambiente: Introducción a la química medioambiental y a la contaminación*. Zaragoza, España: Acribia.
- Henry, J. & Heinke, G. (1999). *Ingeniería ambiental*. México D.F.: Prentice Hall.
- INRENA. 2007. *Inventario participativo de fuentes de agua superficial de las cuencas del río Mashcón*. Cajamarca.
- Ladrera, R., Rieradevall, M. & Prat, N. (2013). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: Una herramienta didáctica*. E-revista de didáctica, 11.
- Ley 29338 – MINAGRI. Ley de recursos hídricos (Marzo 31, 2009). Art. 34: Condiciones generales para el uso de los recursos hídricos.

Recuperado de <http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/marcolegal/normaslegales/leyes/ley29338-recursoshidricos.pdf> de
- LEY 28611 – MINAM. Ley general del ambiente (Octubre 15, 2005). Art. 31: Del Estándar de Calidad Ambiental.

Recuperado de <http://cdam.minam.gob.pe/novedades/leygeneralambiente2.pdf>
- McNett, J., Hunt, W., Osborne, M. (2010). *Establishing Storm-Water BMP Evaluation Metrics Based upon Ambient Water Quality Associated with Benthic Macroinvertebrate Populations*. Journal of Environmental Engineering © ASCE.
- Manahan, S. (2007). *Introducción a la química ambiental*. México D.F.: Reverté.
- Medina, R., Hora, C., Asencio, M., Pereda, I., Aguilar, W. (2010). *El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), modificado y adaptado a tres microcuencas del Alto*

- Chicama. La Libertad. Perú.* Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Ciencias Biológicas.
- Meza, A., Rubio, J., Dias, L. & Walteros, J. (2012). *Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná.* En la revista *Caldasia*, 34(2): 443-456. Recuperado a partir de <http://www.icn.unal.edu.co/>
 - Monroy, N. (2011). *Análisis de la situación jurídica actual de los recursos hídricos en la república de Guatemala y la necesidad de crear la ley de aguas y rectoría del recurso hídrico* (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/04/04_9145.pdf
 - Morelli, E. & Verdi, A. (2014). *Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en cursos de agua dulce con vegetación ribereña nativa de Uruguay.* *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85: 1160-1170.
 - Newall, P., Bate, N. & Metzeling, L. (2006). *A comparison of diatom and macroinvertebrate classification of sites in the Kiewa River system, Australia.* En *Hydrobiologia*, 572:131–149.
 - Organización de los Estados Americano. (1984). *Limnología sanitaria, estudio de la polución de aguas continentales.* Washington, D.C. OEA, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico.
 - Oyanedel, A., Valdovino, C., Azócar, M., Moya, C., Mancilla, G., Pedreros, P. & Figueroa, R. (2008). *Patrones de distribución espacial de los macroinvertebrados bentónicos de la cuenca del río Aysén (Patagonia chilena).* En revista *Gayana*, 72(2): 241-257.
 - Paredes, C., Lannacone, J. & Alvaríño, L. (2004). *Macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de la calidad de agua en dos ríos de Cajamarca y Amazonas, Perú.* *Revista peruana de entomología*, vol. 44, 107-118.
 - Pardo, I., García, L., Delgado, C., Costas, N. & Abrain, R. (2010). *Protocolos de muestreo de comunidades biológicas acuáticas fluviales en el ámbito de las Confederaciones*

- Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico*. Convenio entre la Universidad de Vigo y las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y Cantábrico. 68pp. NIPO 783-10-001-8
- Pinel-Alloul, B., Methot, G., Lapierre, L. & Willsie, A. (1996). *Macroinvertebrate community as a biological indicator of ecological and toxicological factors in lake Saint-Francois (Quebec)*. Great Britain: Elsevier Ltd.
 - Pinilla, G. (1998). *Indicadores biológicos en ecosistemas acuáticos continentales de Colombia*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá-Jorge Tadeo lozano.
 - Pinochala, W., Mena, D. y colaboradores. (2003). *Diversidad de macroinvertebrados y evaluación de la calidad del agua de la quebrada la Bendición, municipio de Quibdo (Choco, Colombia)*. Acta biología colombiana, vol. 8 n° 2.
 - Polania, J. (2010). *Indicadores biológicos para el monitoreo de puertos en Colombia*. Revista Gestión y Ambiente. Medellín ISSN 0124.177X. Pp 75-86.
 - Prat, N., Ríos, B., Acosta, R. y Rieradevall, M. (2009). *Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas*. En Domínguez, E. y Fernández, H. *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología*. 1a ed. Tucumán: Fund. Miguel Lillo.
 - Rivera, J., Pinilla, G. & Camacho, D. (2013). *Grupos tróficos de macroinvertebrados acuáticos en un humedal urbano andino de Colombia*. En revista Acta biológica Colombiana, 18(2):279-292
 - Rivera, J., Pinilla, G. & Rangel, J. (2013). *Ensamblaje de macroinvertebrados acuáticos y su relación con las variables físicas y químicas en el humedal de Jaboque-Colombia*. En revista Caldasia, 35(2):389-408. 2013. Recuperado de <http://www.icn.unal.edu.co/>
 - Roldán, G. (2012). *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Imprenta Nacional de Colombia. Bogotá D.C.

- Rueda, J. & Hernández, R. (2008). *Caracterización de la estructura trófica de los macroinvertebrados del río Júcar y sus tributarios, en la provincia de Albacete, mediante la aplicación del índice del modo de nutrición (IMN)*. Revista SABUCO, 6:53-70.
- Samboni, N. Carbajal, Y. & Escobar, J. (2007). *Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua*. Revista ingeniería e investigación vol. 27 no.3, (172-181)
- Segnini, S. (2003). *El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente*. Trabajo originalmente presentado en el I Simposio Venezolano de Ecología de Aguas Continentales, Maracaibo, Venezuela, diciembre de 2001. Recuperado de <http://ecotropicos.saber.ula.ve>.
- Wetzel, R. (1981). *Limnología*. Barcelona: Omega