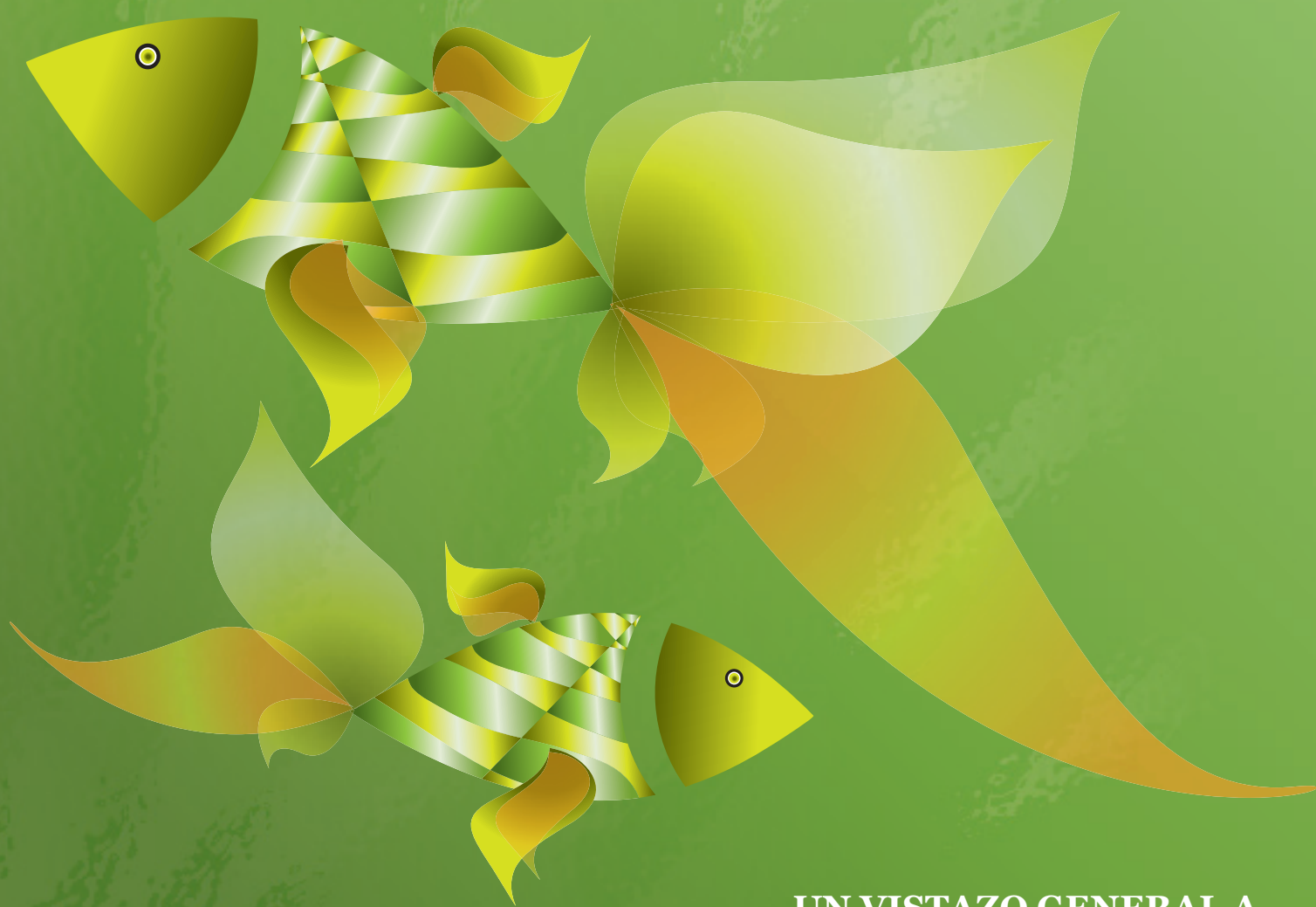


GESTION AMBIENTAL

Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas

**MACROINVERTEBRADOS
BENTÓNICOS
HERRAMIENTA PARA EL GESTOR AMBIENTAL**



**UN VISTAZO GENERAL A
LA CUENCA DEL RÍO ATACAMES**

**DÍA MUNDIAL
DEL MEDIO AMBIENTE**

**LOMBRICULTURA
UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE**

**¿Y SI CAMBIAMOS EL ACEITE
POR MÚSCULOS?**





GESTION AMBIENTAL

Octubre 2012

Publicación semestral de la Escuela de Gestión Ambiental de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, encargada de difundir trabajos en las áreas de la gestión ambiental.

Aitor Urbina
Prorector

Walter Mosquera
Director Académico

Pedro Jiménez Prado
Director Escuela IGA

Consejo Editorial
Pedro Jiménez Prado
Silvia Cabrera
Eduardo Rebolledo

Cuerpo Editorial
Carlos Martínez
Sonia Mateos
Patricia Molleda
Alicia Pérez
Faride Sagredo

Diseño
Cristina Marmolejo, PUCESE

Diagramación Revista

desde

Ilustración en contraportada
Slogan y logo de la Escuela de Gestión Ambiental de la PUCESE
Karina Paz

Han colaborado en esta edición:
Walter Cedeño, Michelle Guijarro, Carlos Martínez, Patricia Molleda, Mérida Ortiz, Faride sagredo, Eduardo Rebolledo, Vanessa Veintimilla.

Contacto
Revista Gestión Ambiental
Escuela de Ingeniería en Gestión Ambiental Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas
Loma de Santa Cruz (Calle Espejo y Subida a Santa Cruz)
Teléfono 593 06 2726613 – 2721459
2726509 Ext. 310
www.pucese.net
pjimenez@pucese.net
pjimenez@pucese.edu.ec

Los artículos representan la opinión de los autores y no constituyen la opinión oficial de la **PUCESE**.

Se autoriza la reproducción total o parcial de la obra para fines educativos siempre y cuando se cite la fuente.





EDITORIAL

Ante la preocupación generalizada por la forma en que se encuentran la mayoría de las unidades hidrológicas presentes en la zona costera ecuatoriana, lo que en muchos casos se está expresando en un mayor empobrecimiento de las poblaciones ribereñas, surge la reflexión sobre la necesidad de impulsar un mayor conocimiento de las cuencas y microcuencas, a fin de que esta información permita tomar mejores decisiones para su manejo en el futuro.

Es necesario mejorar las condiciones y calidad de vida de quienes viven dependientes de las fuentes de agua primaria, que puedan acceder a servicios básicos, adquirir conocimientos y ser productivos. Todo esto es posible cuando la planificación de actividades este respaldada con información técnica especializada y se pueda, por lo tanto, tomar las mejores decisiones.

Los servicios ambientales o ecosistémicos de las áreas costeras son muy amplios. Son una efectiva defensa natural que regula muchas alteraciones, como el efecto de inundaciones, marejadas, tormentas y crecidas. También proporcionan alimento y refugio para un gran número de organismos y contribuyen a través de sus procesos naturales, a reducir contaminantes, entre otros.

Los servicios proporcionados por los ecosistemas acuáticos costeros, han sido contabilizados a nivel global, a partir de la estimación de los costos de reproducirlos en una "biosfera artificial" en aproximadamente 11.4 trillones de dólares¹, de ahí su importancia.

Además, los ecosistemas acuáticos mantienen una gran diversidad de organismos, incluso mayor a los terrestres, por lo que los impactos como la contaminación inducen a cambios en la estructura de las comunidades, la función biológica de los sistemas acuáticos y al propio organismo, afectando su ciclo de vida, crecimiento y su condición reproductiva.

Por este motivo, algunos organismos pueden proporcionar información de cambios físicos y químicos en el agua, ya que a lo largo del tiempo revelan modificaciones en la composición de la comunidad, es decir son bioindicadores de la calidad ambiental del agua².

En esta nueva edición de la revista Gestión Ambiental presentamos algunos trabajos que aportan al conocimiento de nuestras fuentes hidrográficas: afectación en la calidad del agua de los ríos del norte de Esmeraldas por efecto

de la actividad minera; un vistazo general a la cuenca del Atacames; los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua; resultados sobre la presencia de *Estreptococos* fecales en agua que utiliza la PUCESE.

Se entrega también el resultado de algunos trabajos realizados por nuestros estudiantes: un análisis del principio de exclusión competitiva entre un pez nativo del Ecuador y otro introducido; el uso de la lombricultura como una alternativa sustentable; y el uso de aceites quemados en la ciudad de Esmeraldas.

Finalmente, presentamos dos artículos invitados, el primero es un adiós histórico a la recientemente fallecida tortuga de Galápagos, el solitario George; el segundo, es un estudio sobre la presencia de helmintos (vermes) presentes en lodos residuales.

Nuestra universidad, a través del Centro de Investigación y de nuestra Escuela, está realizando algunos proyectos de investigación para conocer el estado de nuestras cuencas hidrográficas, ya que consideramos de vital importancia el recurso agua tanto para la conservación de la biodiversidad como por la importancia que tiene en la supervivencia del mismo ser humano. Estamos comprometidos con el desarrollo, pero convencidos de que debe ser sostenible y sustentable; por lo que seguiremos informando, por este y otros medios, los resultados de nuestro trabajo, para que ojalá quienes tienen que tomar decisiones políticas lo hagan basándose en información y no en suposición. ■

¹. Escobar, J. 2002. La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. Serie recursos naturales e infraestructura. CEPAL, División de Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile, Chile.68.

². Arce, O. 2006. Indicadores biológicos de calidad de agua. Universidad Mayor de San Simón. Programa de Maestría en Ingeniería Ambiental. Cochabamba, Bolivia. 21 Pp.



CONTENIDO

LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Pág. 5



UN VISTAZO GENERAL A LA CUENCA
DEL RÍO ATACAMES

Pág. 12



DÍA MUNDIAL DEL AMBIENTE

Pág. 18

HUEVOS DE HELMINTOS

Pág. 20



PRINCIPIO DE EXCLUSIÓN COMPETITIVA

Pág. 24

LOMBRICULTURA

Pág. 27



¿Y SI CAMBIAMOS EL ACEITE POR
MÚSCULOS?

Pág. 30



ESTREPTOCOCOS FECALES EN AGUAS
DE BEBIDA, SANITARIO Y GRIFO EN LA PUCESE

Pág. 32

A FLOR DE PIEL.
“Si, te fui infiel”

Pág. 35





LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS, UNA BUENA HERRAMIENTA PARA EL GESTOR AMBIENTAL

Por Carlos Martínez Sanz*

Los ecosistemas acuáticos en general, y los fluviales en particular, se ven gravemente afectados por diversos impactos de origen antrópico, como las prácticas agrícolas, talas, introducciones de especies exóticas y la erosión directa (Kauffman, 1992; Rodríguez et al., 2003). Esto provoca, entre otros muchos efectos, un aumento de materia orgánica y de sólidos en suspensión en el medio acuático, causando desequilibrios en el funcionamiento del ecosistema. Además, el desarrollo industrial ha provocado la contaminación físico-química de estos medios, alterando seriamente todos los compartimentos biológicos existentes e impidiendo el desarrollo de la comunidad biótica natural de los sistemas lóticos (Tangen et al., 2003).

Desde los años 60 se han propuesto diferentes grupos biológicos como indicadores naturales de las condiciones físico-químicas y biológicas de estos ecosistemas acuáticos. Entre estos grupos destacan los macroinvertebrados, considerados como buenos indicadores de la calidad del agua tanto en medios lóticos¹ (Reynoldson & Metcalfe-Smith, 1992) como en lagos y lagunas (Jonson, 1998; Johnson & Goedkoop, 2002).

Se consideran macroinvertebrados bentónicos a aquellos invertebrados que viven asociados a los distintos sustratos de un ecosistema acuático (bentos) y que por su tamaño pueden ser observados a



Foto 1. Ejemplar del Orden Corixidae

simple vista y retenidos en redes con luz de malla de entre 250-500 μm (foto 1).

Comprende generalmente aquellos organismos que al final de su desarrollo larval o en su estado adulto alcanzan un tamaño igual o superior a 3 mm. Es una denominación que engloba a un conjunto muy heterogéneo de grupos taxonómicos (zoológicos), desde nematodos y anélidos hasta insectos de diversos órdenes.

Los macroinvertebrados desempeñan un papel fundamental en el funcionamiento de estos sistemas, constituyendo una pieza clave de las relaciones tróficas que se desarrollan en el ecosistema (Dile & Kornijów, 1997). Utilizan diferentes fuentes de alimentación, incluyendo vegetales microscópicos, pequeños animales (zooplancton y otros invertebrados), detrito (alóctonos² y autóctonos³) y son a su vez consumidos por peces y anfibios. En términos ecológicos, diríamos que constituyen un

imprescindible vehículo de transferencia de energía desde los primeros niveles tróficos hasta los vertebrados depredadores (foto 2). Se han propuesto diversos índices⁴ para evaluar la calidad de los ríos en función de dicha fauna macrobentónica (Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988; AFNOR, 1992; Wright, 1997; Alba-Tercedor et al.,



Foto 2. Ejemplar de tricóptero de la familia Hydropsychidae





2002). Algunas de las características por la que los macroinvertebrados son considerados como excelentes bioindicadores son:

- Fácil muestreo.
- Fácil identificación.
- Distribución cosmopolita.
- Tamaño grande o al menos fácilmente visible.
- Abundancia numérica.
- Asociado con abundantes datos autoecológicos.
- Importancia en la transferencia de nutrientes.
- Movilidad limitada.
- Periodos de vida relativamente largos.

La intención de este trabajo de carácter descriptivo es la de presentar al alumno de Gestión Ambiental (o interesado en el tema) un herramienta útil y ampliamente utilizada dentro de su ámbito profesional: “el estudio de los macroinvertebrados como bioindicadores”; concretamente el empleo de una de las técnicas más extendidas a nivel internacional: “el índice BMWP (Biological Monitoring Working Party) (Armitage, 1983)”. Índice cualitativo basado en la presencia o ausencia de una serie de taxones (familias zoológicas en su mayor parte) y en la sensibilidad a la contaminación que demuestran tener cada uno de los mismos, expresada mediante un valor numérico. Siendo el objetivo final de este artículo mostrar, a través de un caso real en tramos fluviales de la costa oeste

del Ecuador, cómo se emplea de manera práctica esta técnica de bioindicación. Además, se discute parcialmente el correcto funcionamiento de este índice en la región biogeográfica local.

Material y métodos

Área de estudio

Se muestrearon diversos puntos fluviales en dos zonas de la costa occidental del Ecuador. En concreto, fueron un muestreo en los ríos Manta (foto 3) y otro en el Camarones (foto 4) del cantón Manta en Manabí y siete áreas de muestreo en el río Mompiche, cantón Muisne, provincia de Esmeraldas (foto 5).

La recogida de muestras en Mompiche fue llevada a cabo a principios de junio de 2012. En los ríos Manta y Camarones el muestreo tuvo lugar a finales de julio de 2012.

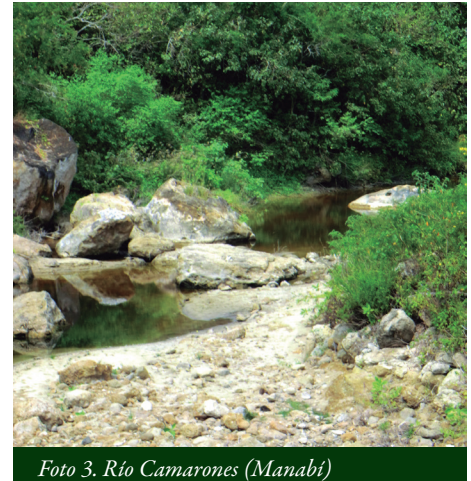


Foto 3. Río Camarones (Manabí)

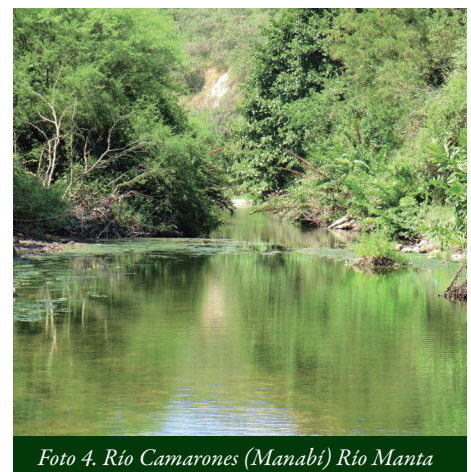


Foto 4. Río Camarones (Manabí) Río Manta



Foto 5. Región de Mompiche (Esmeraldas)





Recogida de muestras de Macroinvertebrados y tratamiento en el laboratorio.

Existen varias técnicas de muestreo en macroinvertebrados, entre las más conocidas se incluyen las dragas, cores y redes tipo Surber (foto 6).

El empleo de uno u otro depende del tipo de sedimento que tengamos en el río a estudiar y de los objetivos planteados en la investigación. En este caso se utilizaron redes de tipo Surber (500 μm de luz y diámetro de 20 x 30 x 50 cm), ya que estas han resultado ser útiles en sedimentos duros y con multitud de cantos, como es el caso de la zona de estudio. Permiten recoger toda la fauna asociada a una superficie de sedimento conocida que queda delimitada por un cuadrado de alambre situado delante de la red y al ser un método cuantitativo los resultados se expresan como número de individuos. Una vez integrada la muestra, en el medio natural (*in situ*) estas fueron fijadas con alcohol etílico al 70 % y transportadas al laboratorio en condiciones de refrigeración. En el laboratorio se separaron los macroinvertebrados del resto de la muestra, utilizando para ello una lupa binocular (10x).

Los individuos fueron identificados hasta el nivel taxonómico que permite desarrollar los índices y parámetros utilizados para la evaluación de la calidad del sistema lótico estudiado, en la mayoría de los casos hasta familia.



Foto 6. Momento del muestreo efectuado con una red tipo Surber

Análisis de datos.

Las variables físico-químicas que describen lo que se conoce como calidad química, no son capaces de detectar picos de contaminación en el tiempo; además, medir un elevado número de parámetros en ocasiones es muy costoso. Los índices biológicos, como el estudio de macroinvertebrados, nos proporcionan una idea más integradora del sistema estudiado, de sus condiciones y de su calidad.

Existen diferentes vías por las cuales los macroinvertebrados pueden ser utilizados como indicadores de calidad: Índices biológicos (taxones), Índices multimétricos (atributos) y Modelos de predicción. En este estudio se han seleccionado un índice cuya utilización ha sido ampliamente contrastada en numerosos casos como el BMWP. Índice cualitativo basado en la presencia o

ausencia de una serie de taxones (familias en su mayor parte) y en la sensibilidad a la contaminación de cada uno de esos taxones, expresada mediante un valor numérico. El procedimiento para su obtención es el siguiente:

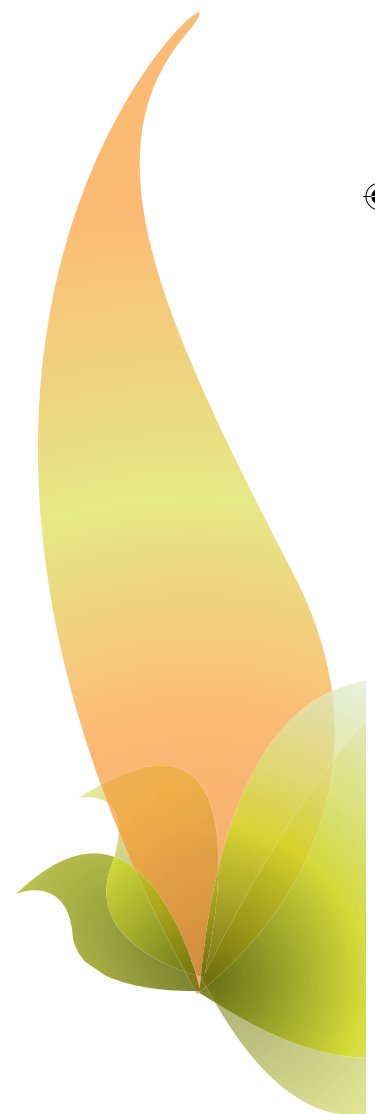
1. Elaborar un listado de los taxones presentes en la muestra.
2. Determinar cuál es el valor de sensibilidad a la contaminación que el índice asigna a cada uno de esos taxones (tabla 1).
3. Sumar los valores de sensibilidad de todos los taxones presentes en la muestra. El valor resultante es el BMWP (Biological Monitoring Working Party) (Armitage, 1983), adaptado por Zamora, H. (1999) para latitudes cercanas (Colombia) al área de estudio.
4. Ubicación de este valor en los rangos de calidad establecidos por Alba-Tercedor et al., (2002) (tabla 2).





Ordenes	Familias	Puntaje	
Plecoptera Ephemeroptera Trichoptera	Perlidae Oligoneuridae, Euthyplociidae, Polymtarcyidae. Odontoceridae, Glossosomatidae, Rhyacophilidae, Calamoceratidae, Hydroptilidae, Anomalopsychidae, Atriplectididae..	10	
Coleoptera Odonata Diptera Unionoidea Acari Hidroida	Psephenidae, Ptilodactylidae, Lampyridae. Polythoridae. Blepharoceridae. Unionidae. (CI: Bivalvia o Pelecypoda) Lymnessiidae. (CI: Arachnoidae o Hidracarina) Hidridae. (CI: Hydrozoa)		
Ephemeroptera Tricoptera Coleoptera Odonata Diptera Gordioidae Lepidoptera Mesogastropoda Hirudiniformes	Leptophlebiidae, Efemeridae. Hydrobiosidae, Philopotamidae, Xiphocentronidae. Gyrindae. Scirtidae. Gomphidae, Megapodagrionidae, Coenagrionidae. Simullidae. Gordiidae, Chordodidae. (Nematomorpha) Pyalidae. Ampullariidae. (CI: Gastrópoda) Hirudinae. (CI: Hirudinea)		9
Ephemeroptera Trichoptera Coleoptera Odonata Hemiptera Diptera Decápoda Basommatophora	Baetidae, Caenidae. Hidropsychidae, Leptoceridae, Helicopsychidae. Dytiscidae, Dryopidae. Lestidae, Calopterygidae. Pleidae. Saldidae, Guerridae, Veliidae, Hebridae. Dixidae. Palaemonidae, Pseudothelphusidae. (CI Crustácea) Chilinnidae (CI: Gastrópoda)		8
Ephemeroptera Trichoptera Coleóptera Odonata Hemiptera Diptera Basommatophora Mesogastropoda Archeogastrópoda	Tricorythidae, Leptohephidae. Polycentropodidae. Elmidae, Staphylinidae. Aeshnidae. Naucoridae, Notonectidae, Mesolveiidae, Corixidae. Psychodidae. Ancyliidae, Planorbidae. (CI: Gastrópoda) Melaniidae, Hydrobiidae, (CI: Gastrópoda) Neritidae.. (CI: Gastrópoda+)		7
Coleoptera Odonata Hemiptera Megalóptera Decápoda Anphipoda Triciada	Limnichidae, Lutrochidae. Libellulidae. Belostomatidae, Hidrometridae, Gelastocoridae, Nepidae. Dolichopodidae. Corydalidae, Sialidae.. Atydae. . (CI Crustácea) Hyalellidae. . (CI Crustácea) PLANariidae. Dugesiidae.		6
Coleóptera Diptera Basommatophora	Chrysomelidae, Haliplidae, Curculiçonidae. Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae. Thiaridae. (CI: Gastrópoda)		5
Coleóptera Diptera Basommatophora	Hidrophilidae, Noteridae, Hydraenidae, Noteridae. Tipulidae, Ceratopogonidae. Limnaeidae, Sphaeridae.. (CI: Gastrópoda)	4	
Diptera Basommatophora Glossiphoniiformes	Culicidae, Muscidae, Sciomizidae. Physidae. (CI: Gastrópoda). Glossiphoniidae, Cyclobselidae, Cylicobdellidae	3	
Diptera Heplotaxida	Chironomidae, Ephydriidae, Syrphidae. Todas las familias (Excepto tubifex)	2	
Heplotaxida	Tubificidae (Tubifex)	1	

Tabla 1. Puntuación de las Familias de macroinvertebrados según Zamora, H. (1999)





Resultados

En este apartado, con el fin de no extender demasiado el artículo, se muestran los resultados del estudio directamente a través de dos tablas. Los macroinvertebrados recogidos en los diferentes puntos de muestreo (Tabla 3) y el rango de calidad que obtuvo cada punto según el índice (BMWP) (Tabla 4).

Clase	Rango	Calidad	Características	Color Cartográfico
I	≥121	Muy Buena	Aguas muy limpias	Azul oscuro
II	101 - 120	Buena	Aguas limpias	Azul claro
III	61 - 100	Aceptable	Aguas mediamente contaminadas	Verde
IV	36 - 60	Dudosa	Aguas contaminadas	Amarillo
V	16 - 35	Crítica	Aguas muy contaminadas	Naranja
VI	≤ 15	Muy crítica	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Tabla 2. Rangos de valores para el índice utilizado en el estudio (BMWP)

PUNTOS	Ríos									
	Mompiche								Camarones	Manta
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Cl. Oligochaeta	2	2	2	1	1		1	3		
Cl. Gastropoda										
F. Neritidae	1	32					3	1		
F. Planorbidae				5	1	6				
F. Hydrobidae										
F. Thyaridae	2	4	1	5			7	5	45	22
Cl. Eumalacostraca										
F. Ocypodidae	3							5		
F. Palaemonidae	2	16	13	1	1	3	1	1	11	
Cl. Hexapoda										
O. Ephemeroptera										
F. Leptophlebiidae		9			1	2	8			
F. Baetidae	1			32				4		
O. Odonata										
F. Coenagrionidae		2			1	1	2			1
F. Libellulidae				3						9
F. Gomphidae	1	1			1	2	6	2		
O. Heteroptera										
F. Gerridae		1		4			1		4	20
F. Corixidae	1							3		
F. Notonectidae									43	2
F. Bolostomatidae										1
O. Coleoptera										
F. Elmidae				1						
F. Dytiscidae									1	1
F. Gyrinidae										1
O. Trichoptera										
F. Hydrobiosidae				13	3	1				
F. Hydropsychidae										
Smicridea	40	3		41	210	20	4	78		
O. Diptera										
F. Chironomidae										
Sf. Chironominae	7				15	10		4		
Sf. Orthocladinae					4	3				
Sf. Tanypodinae	10				4	7		7		
F. Tipulidae		1						1		
F. Culicidae		1								

Tabla 3. Relación de taxones de macroinvertebrados encontrados en el área de estudio.





Cuerpo de agua	BMWP	Interpretación	Calidad del agua	
Mompiche	Punto 1	65	Aguas medianamente contaminadas	Aceptable
	Punto 2	73	Aguas medianamente contaminadas	Aceptable
	Punto 3	69	Aguas medianamente contaminadas	Aceptable
	Punto 4	62	Aguas medianamente contaminadas	Aceptable
	Punto 5	61	Aguas medianamente contaminadas	Aceptable
	Punto 6	71	Aguas medianamente contaminadas	Aceptable
	Punto 7	65	Aguas medianamente contaminadas	Aceptable
Camarones		36	Aguas contaminadas	Dudosa
Manta		58	Aguas contaminadas	Dudosa

Tabla 4. Valores del índice BMWP

Discusión.

El índice BMWP mostró un estado de calidad aceptable para todos los puntos de Mompiche (aguas medianamente contaminadas), pero un estado dudoso para los ríos Manta y Camarones (aguas contaminadas). En el caso de la región de Mompiche, la calidad de las aguas se encuentra en un estado relativamente delicado, ya que al estar muy cerca de los límites del rango inferior son susceptibles de verse alteradas con mucha facilidad. Cualquier acción antrópica desarrollada en las inmediaciones puede tener efectos negativos sobre la comunidad de macroinvertebrados.

Por otra parte, llama la atención y es objeto importante de mención la gran dominancia de la familia de insectos Hydropsychidae, cuya especie encontrada es *Smicridea*. Este taxón se encuentra en todos los ambientes acuáticos, principalmente en cuerpos lóticos (ríos, quebradas, riachuelos, arroyos, cascadas) bien oxigenadas y en menor frecuencia en cuerpos lénticos (lagos, lagunas y ciénagas). Siendo

usados como bioindicadores de la calidad de aguas (Mackay & Wiggins, 1979). *Smicridea* es muy común en Sudamérica, siendo una especie cosmopolita y eurioica, lo cual le confiere su gran representatividad en casi todos los ríos de esta región (Flint, 1971). La ausencia de este taxón en futuras campañas de muestreo, pueden proporcionar una información de carácter negativo hacia el sistema lótico, siendo uno de los posibles indicadores que nos proporciona la simple descripción de la estructura de la comunidad de macroinvertebrados.

Vemos como las características autoecológicas de los taxones, y no solo el análisis de los índices, son tremendamente útiles cuando se desea establecer la calidad o estado de un ecosistema. Por otra parte, el valor de los índices BMWP en los otros dos ríos muestreados fue de 36 en el río Manta y 58 en el río Camarones, esto corresponde a aguas que se encuentran en un estado dudoso, cuyas características son definidas como aguas contaminadas. Estos dos valores se encuentran en los

dos extremos de la clase IV, definida bajo estas características, situando al río Manta en mejores condiciones que el Camarones, al menos en lo que respecta a este índice biológico.

Cabe destacar la ausencia de grupos taxonómicos considerados como elementos de bioindicación de alta calidad acuática, como efemerópteros, plecópteros y tricópteros. Estos tres órdenes indican salubridad en cuanto a concentraciones de oxígeno (Alba-Tercedor et al., 2002). En ninguno de los dos puntos fue encontrada ninguna especie perteneciente a estos tres taxones, lo cual nos indica un leve deterioro de la calidad del agua y una notable falta de oxígeno disuelto en el sistema. Es posible pensar que esto puede deberse a la falta de corriente causada por la evidente sequía y recesión de las aguas en la época en la que se muestreó.

No obstante, los macroinvertebrados son útiles, entre otras cosas, porque son capaces de reflejar situaciones en un gran periodo de tiempo, no solo en un momento puntual. La calidad de estos puntos es dudosa, además especies ampliamente distribuidas por esta región, como *Smicridea* (*O. Tricoptera*) no requiere excesiva concentración de oxígeno y aún así tampoco pudimos encontrarla en el área de muestreo. En este estudio se muestra un caso real de cómo, a través de un solo índice y de determinadas características autoecológicas de los taxones, podemos configurar una primera idea de la calidad





de los sistemas fluviales estudiados. Esto es sumamente práctico para el futuro profesional en Gestión Ambiental, ya que los conocimientos en taxonomía para la resolución empleada por este índice no son excesivamente amplios. Cualquier Gestor Ambiental con unos

mínimos conocimientos en taxonomía de macroinvertebrados puede utilizar este método como aproximación a la calidad ambiental de un determinado ecosistema e interpretación de sus características ecológicas. No obstante, es preciso tener siempre en cuenta en qué región

biogeográfica nos encontramos, debido a que las familias consideradas por el índice pueden ser diferentes; por ello, el empleo de este índice, aunque recomendable, debe de hacerse con suma cautela y tras un minucioso estudio de la situación bibliográfica en cada momento. ■

**Docente de la Escuela de Gestión Ambiental – PUCESE*

¹. Se refiere al ecosistema de un río, arroyo o manantial.

². Nutrientes incorporados de forma natural o artificial al ecosistema.

³. Nutrientes propios o generados dentro de un mismo ecosistema.

⁴. Expresión numérica de la relación entre dos cantidades, en este caso de la relación calidad ambiental y presencia de determinados macroinvertebrados indicadores de un ambiente con calidad buena o calidad mala.

Bibliografía.-

- Alba-Tercedor, J. & A. Sánchez-Ortega, 1988. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas continentales basado en el de Hellawell, 1978. Limnética, 4: 51-56.*
- Alba-Tercedor, J., P. Jáimez-Cuellar, M. Álvarez, J. Avilés, N. Bonada, J. Casas, A. Mellado, M. Ortega, I. Pardo, N. Prat, M. Rieradevall, S. Robles, C.E. Sáinz-Cantero, A. Sánchez-Ortega, M.L. Suárez, M. Toro, M.R. Vidal-Albarca, S. Vivas & C. Zamora-Muñoz, 2002. Caracterización del estado ecológico de los ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (antes BMWP). Limnética, 21: 175-185.*
- AFNOR, 1992. Determination de l'indice biologique global normalisé (IBGN) Association française de normalisation. Paris.*
- Armitage I, P.D., Moss, D., Wright I, J.F. & M.T. Furse I, 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. Water Research, 17 (3): 333-347*
- Diehl, S. & R. Kornijów, 1997. Influence of submerged macrophytes on trophic interactions among fish and macroinvertebrates. In: Jeppesen, E., Ma. Søndergaard, Mo. Søndergaard & K. Christoffersen, 1998. The Structuring Role of Submerged Macrophytes in Lakes. Pringer, New York: 24-46.*
- Flint, O.S., 1971. Studies of Neotropical Caddisflies, XII: Rhyaciphilidae, Glossosomatidae, Philopotamidae and Psychomyiidae from the Amazon basin (Trichoptera). Amazoniana 3: 1-67.*
- Johnson, R.K., 1998. Spatiotemporal variability of temperate lake macroinvertebrate communities: detection of impact. Ecological applications, 8(1): 61-70.*
- Johnson, R.K. & W. Goedkoop, 2002. The 1995 national survey of Swedish lakes and streams: assessment of ecological status using macroinvertebrates. En J.F. Wright, D.W. Sutcliffe & M.T. Furse (eds.). Assessing the biological quality of freshwater. RIVPACS and other techniques. Freshwater Biological Association, Ambleside, U.K. 229-240.*
- Kauffman, L., 1992. Catastrophic change in species-rich freshwater ecosystems: the lessons of Lake Victoria. BioScience, 42: 846-858.*
- Mcckay, R.J. & G.B. Wiggins, 1979. Ecological diversity in Trichoptera. Annual Review of Entomology, 24: 185-208.*
- Reynoldson, T.B. & J.L. Metcalfé-Smith, 1992. A overview of the assessment of aquatic ecosystem health using benthic invertebrates. Journal of Aquatic Ecosystem Health, 1: 295-308.*
- Rodríguez, C.F., E. Bécares & M. Fernández-Aláez, 2003. Shift from clear to turbid phase in Lake Chozas (NW Spain) due to the introduction of American red swamp crayfish (Procambarus clarkii). Hydrobiologia, 506-509: 421-426.*
- Tangen, B.A., M.G. Butler & M.J. Ell, 2003. Weak correspondence between macroinvertebrate assemblages and land use in prairie pothole region wetlands, USA. Wetlands 23: 104-115.*
- Zamora, H., 1999. Adaptación del índice BMWP para la evaluación de la calidad de las aguas epicontinentales en Colombia. Unicaucaciencia 4: 47-60.*



UN VISTAZO GENERAL A LA CUENCA DEL RÍO ATACAMES

Por Pedro Jiménez Prado*

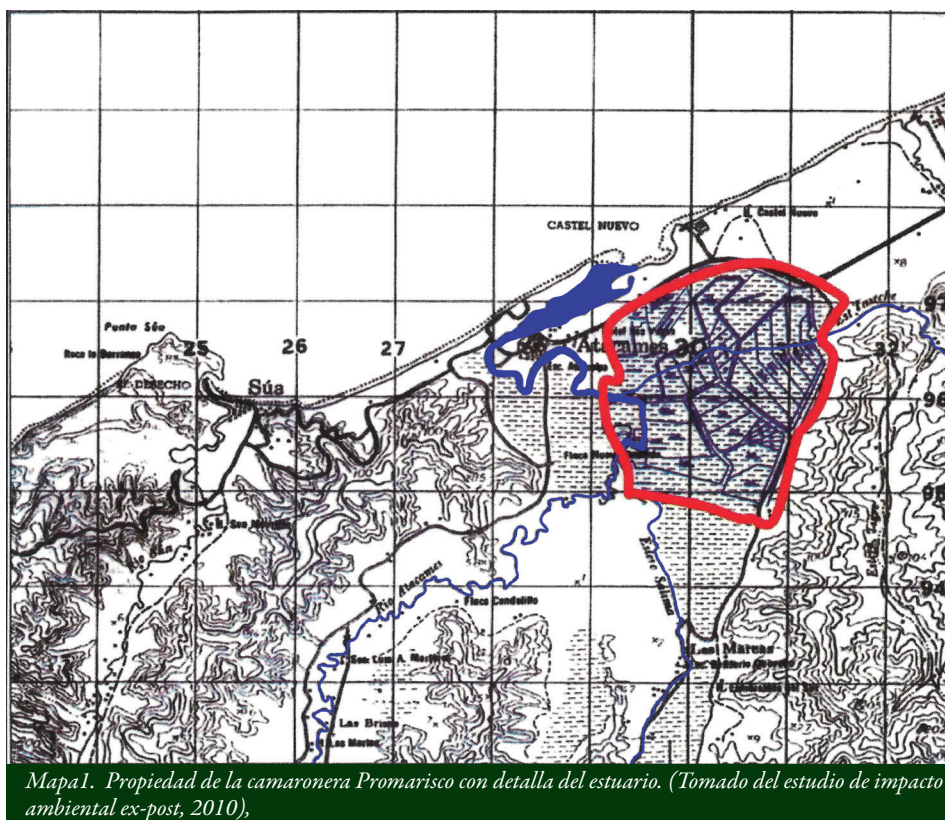
Los estudios técnico-científicos realizados en la cuenca del río Atacames, son pocos, uno de los primeros es el realizado por el Programa de Manejo de Recursos Costeros, PMRC, que propuso un plan de manejo de la ZEM (Zona Especial de Manejo) Atacames-Súa-Muisne (PMRC, 1993), en aquel entonces el PMRC era una unidad técnica dependiente de la Vicepresidencia de la República. Entre otras cosas el estudio señaló que en esta zona la mayoría de los problemas estaban ligados unos con otros, en algún grado, en consecuencia, la solución de uno de ellos requería acciones para atender a los otros; así, la protección del río Atacames mediante uso turístico necesita controles para la contaminación del agua, la recolección de basura, etc.

Este documento es citado, textualmente en algunos casos, en otros documentos cuando se habla del río Atacames (Bodero y Robadue, 1995, Rivera, 2007; entre otros).

El programa de manejo de Recursos costeros (PMRC), en una publicación denominada monitoreo y manejo de la calidad del agua costera (Montaño y Robadue, 1995), menciona los resultados de un estudio realizado en 1988, donde en su parte introductoria dice: “las descargas de los laboratorios de larvas de camarón en Atacames, están degradando la calidad del agua, en algunos casos, cerca de importantes playas de esparcimiento”. Esto fue una



Figura 1. Tubertía de alcantarillado sanitario expulsando directamente sobre el río Atacames, sector puente principal de Atacames.



Mapa 1. Propiedad de la camaronera Promarisco con detalla del estuario. (Tomado del estudio de impacto ambiental ex-post, 2010).



Figura 2. Plantaciones de palma africana, sector de Sálima



Figura 3. Recipientes de glifosato abandonados cerca del cauce, sector río Atacames y estero el Repartidero.

realidad para la época en la que se realizó el estudio, en la actualidad solo funciona un laboratorio, sin descarga al río, lo hace directamente hacia la playa.

Dentro del mismo estudio se menciona que se organizó lo que dieron por llamar el grupo de trabajo de calidad del agua (GTCA), en la que participaron varias instituciones como la ESPOL¹, el INP², el MAG³, la EMAG⁴, entre otras, todas de Quito y Guayaquil; estas instituciones dividieron la región costera en cuatro regiones correspondiéndole a la esmeraldeña, el bloque de estudio 4. El caso del río A vertido de aguas servidas procedentes de la ciudad, sin ninguna clase de tratamiento (figura 1), provocando la presencia de altas concentraciones de microorganismos patógenos tanto en las aguas y sedimentos de la zona, especialmente en las áreas directamente influenciadas por la población. Con esta información como base, a principios de este año 2012, la Escuela de Gestión Ambiental de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas inició estudios en el río Atacames con la finalidad de levantar información base sobre los impactos de la contaminación; aprovechamos este medio para entregar un vistazo general de la situación actual de la cuenca.

Atacames fue un humedal de importancia para la conservación hacia los años 1970 (PMRC, 1993), sin embargo, desde aquella época y gracias al impacto económico generado por





el turismo de playa, las camaroneras y la presión agrícola, las condiciones ambientales se han ido transformando.

No discutiremos sobre el turismo, que más allá del impacto que ha tenido sobre Atacames en general, no tanto como actividad sino más bien como fuente de un desarrollo descontrolado y no planificado, siempre será una alternativa de producción económica viable y positiva, claro siempre y cuando se la regule y oriente a un verdadero desarrollo sostenible en el tiempo y sustentable para los recursos.

Este es un tema que por sí mismo merece otro análisis y otro espacio. En el caso específico de las camaroneras, por ejemplo, la empresa guayaquileña Promarisco, ocupa en la actualidad una extensión de 382,85 ha, precisamente en la zona estuarina y de mayor importancia económica para el cantón Atacames; pero además se encuentra asentada precisamente en la sección del río donde se debían unir los esteros Sálima y Taseche con el cauce principal (mapa 1), cambiando radicalmente la contextura del estero y generando alteraciones fisiográficas en el río producto de los nutrientes adicionales, hormonas y demás que se genera por la construcción artificial de muros, así como por la entrada y salida permanente de aguas para llenar y vaciar las piscinas; sin mencionar el impacto que puede estar generando, en las especies bioacuáticas, lo que no permite la comunicación natural entre el estero Taseche y su cauce



Figura 4. Plásticos retenidos por las ramas en el río Atacames, sector las vegas



Figura 5. Basura acumulada en un puente de la ribera del río Atacames, sector de la 13





Figura 6. Abrevadero natural en el cauce del río Atacames, sector el Repartidero.



Figura 7. Uso del río Atacames para el aseo personal y el lavado de ropa, sectores: a) Las vegas; b) 4 de Diciembre; c) las Brisas; d) Puente Atacames carretera Tonsupa-Súa.

principal. En el caso particular de la producción y expansión agrícola se han generado cambios en el uso de las tierras, hacia el aprovechamiento de pastizales, cuando originalmente (al menos en tierras bajas) eran inmensos humedales; en la actualidad incluso se está utilizando la zona fértil de las riberas del estero Sálima para plantaciones extensivas de palma africana (figura 2). Otro problema importante es el uso indiscriminado de agroquímicos, que depende de las fuentes de agua natural para el abastecimiento de líquido necesario para disolver las fórmulas químicas o incluso para lavar y dejar limpios los equipos fumigadores.

No es raro, por lo tanto toparse con frascos de agroquímicos abandonados cerca del cauce del río (figura 3).

Otro factor importante de análisis es la eliminación directa de los desechos sólidos en el cauce, observándose la presencia casi permanente a lo largo de toda la cuenca, de plásticos flotando o atrapados en ramas extendidas desde sus riberas (figura 4) o acumulado en las bases de todos los puentes (figura 5). El río todavía es fuente indispensable de agua para todos los animales que se crían en el campo a nivel de la cuenca media y alta (figura 6); incrementándose la carga orgánica con los excrementos, pero en mucho menor grado que el que se genera en los poblados.

Por otro lado, el río es un importante punto de reunión y socialización; debido a que es un lugar donde, principalmente





los sábados por la mañana, se asean las personas y se lavan importantes volúmenes de ropa (figura 7); donde se realizan reuniones familiares y de disfrute, principalmente al mediodía y en las tarde de sábados, domingos y feriados, gracias a las dos represas construidas para “mitigar las grandes crecidas del río”, hay una en la zona del poblado de las Luchas y otra en la cabecera parroquial de la Unión de Atacames (figura 8). Además, el río es una fuente complementaria de proteína alimenticia, a través de la pesca; más allá de una pesca tradicional con anzuelo, red o atarraya y mucho más lejos de la torpe e inapropiada pesca con agroquímicos, existe una actividad practicada con frecuencia en la actualidad que es la pesca a mano con la ayuda de canastos. Entre una y tres veces al mes, salen grupos familiares de entre tres a cuatro personas, generalmente mujeres, tres provistas con canastas tejidas y una con un recipiente para contener lo que pesquen sus compañeras (figura 9 a).

Las tres personas provistas con canastas buscan y escarban en ambas orillas del río, principalmente en lugares donde se encuentran raíces de árboles y pequeñas cuevas (figura 10 b,c) donde se esconden principalmente la cagua (*Gobiomorus maculatus*) y el mongolo (*Eleotris pictus*), pero también el camarón de río (*Macrobrachium* sp.). Luego de aproximadamente cuatro horas y de recorrer cerca de 2 kilómetros río arriba, logran una captura próxima a las 15 libras entre peces y camarones

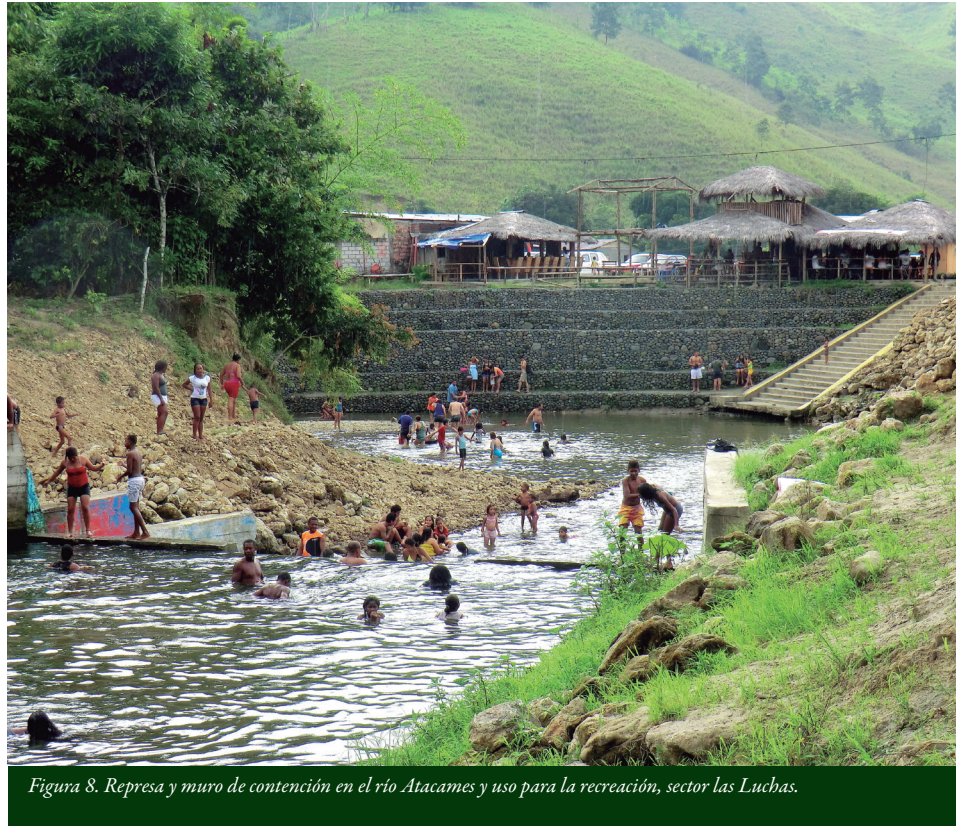


Figura 8. Represa y muro de contención en el río Atacames y uso para la recreación, sector las Luchas.



Figura 11. Pesca a mano con la ayuda de una canasta en el río, sector La Unión de Atacames. a, b y c: detalle de la pesca; c: captura en aproximadamente cuatro horas.





Figura 10. Peces muertos encontrados en el río Atacames. a) sector Puente de la 13 (Canchimala, *Ariopsis* sp.); b) (Tambulero, *Sphoeroides trichocephalus*), sector puente Principal.



Figura 11. Migración altitudinal de peces (*Astyanax* cf. *fasciatus*) a través de la represa de la Unión de Atacames. 21-07-2012 (detalle).

(figura 9 d). Debido a que no se observan los efectos de la pesca con químicos, sin embargo si es común el testimonio de pobladores que aseguran que también se realiza este tipo de actividad, sobre todo a lo largo de la cuenca media del río. Contrario a lo que está sucediendo en la zona del estuario, sector puente de la 13 y puente principal donde se está volviendo común la presencia de peces muertos y flotando (figura 10), lo cual indica que si existe la sobrecarga de algún elemento nocivo y que por el momento se focaliza a nivel del estero.

Para finalizar, este vistazo al río Atacames, podríamos decir que se trata de un ambiente dinámico, donde las especies biacuáticas que aún la habitan

demuestran que estamos a tiempo para cambiar lo que podría ser la pérdida de un importante recurso natural. Aún es posible presenciar un evento, no solo espectacular desde el punto de vista visual, sino sobre todo desde el ecológico (o ambiental).

En la represa de la Unión de Atacames, ha mediado del mes de julio, se produce una migración hacia la parte alta de la cuenca de la sardinita llamada localmente como tacuana (*Astyanax* cf. *fasciatus*), ver figura 11. Este evento es de vital importancia a la hora de planificar procesos de remediación, mitigación o conservación de cualquier parte del río Atacames, aunque debió haberlo sido antes de construir las represas. █

* Docente del Escuela de Gestión Ambiental -PUCESE

¹. Escuela Politécnica del Litoral en Guayaquil.

². Instituto Nacional de Pesca en Guayaquil.

³. Ministerio de Agricultura y Ganadería, para aquella época, en Quito.

⁴. Empresa Municipal de Agua Potable, para aquella época, en Quito.

⁵. Grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.

⁶. Número más probable por 100 mililitros de muestra.

⁷. Instituto Oceanográfico de la Armada, de Guayaquil.

Bibliografía.-

Programa de Manejo de Recursos Costeros (PMRC). 1993. Plan de Manejo de la ZEM Atacames – Súa - Muisne, Primera Edición. Guayaquil, Ecuador. Pp. 84.

Montaño, M. y D. Robadue. 1995. Monitoreo y manejo de la calidad del agua costera. .En Ochoa, M., editor. Manejo Costero Integrado en Ecuador. Fundación Pedro Vicente Maldonado. Guayaquil, Ecuador: Programa de Manejo de Recursos Costeros. Pp. 90.

Bodero, A., Robadue, D.1995. Estrategia para el Manejo del Ecosistema de manglar, Ecuador. En Ochoa, M., editor. Manejo Costero Integrado en Ecuador. Fundación Pedro Vicente Maldonado. Guayaquil, Ecuador: Programa de Manejo de Recursos Costeros. Pp. 90.

Rodríguez, A. 2004. Caracterización de la calidad de las aguas y sedimentos del río Atacames 2002. Acta Oceanográfica del Pacífico Vol.12(1)2003-2004. Pp. 13-20.

Rivera, J. 2007. Reserva ecológica Mache-Chindul. en: ECOLAP y MAE. 2007. Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM. Quito, Ecuador. Pp. 42-53.



5 DE JUNIO
DÍA MUNDIAL
DEL AMBIENTE

A

l conmemorarse el 5 de junio el día Mundial del Ambiente, la Escuela de Gestión Ambiental (profesores y alumnos) organizó varias actividades para participar en este festejo, durante los días 4 al 8 de junio del 2012. Dichas actividades incluyeron: stands temáticos sobre reciclaje de residuos sólidos, cambio climático y conservación de vida silvestre, conferencias sobre temática ambiental, repartición de semillas, caminata por el ambiente, limpieza de un terreno previo a la construcción del vivero PUCESE y concurso de fotografía, los cuales fueron presentados en las instalaciones de la tanto de la universidad como en diferentes escenarios de la ciudad.

Con los stands temáticos se buscó dar a conocer a la comunidad formas de reciclar adecuadamente los residuos sólidos como papel, plástico, vidrio y residuos orgánicos; así como también explicar que es el cambio climático y los efectos que podrían darse en la provincia. Esta actividad fue desarrollada en las instalaciones de PUCESE y en la Plaza Cívica.

Para las conferencias se invitó a algunas instituciones educativas con el objetivo de que se tome conciencia de la importancia de la conservación de la vida silvestre y los problemas que causan el mal uso de fundas en los ecosistemas, los cuales fueron presentados por miembros representantes del PRAS, del MAE y de la PUCESE. En la caminata por el día del ambiente fue organizada por el Municipio de Esmeraldas, participaron varias instituciones educativas, entre ellas la Escuela de Gestión Ambiental de la PUCESE dando a conocer la importancia del día y repartiendo semillas durante el trayecto. Otra de las actividades fue la minga organizada durante la semana y en la que participaron los estudiantes de los diferentes niveles de la Escuela, con la finalidad de limpiar el terreno donde actualmente funciona el vivero de la PUCESE.

Otra actividad realizada fue el concurso de fotografía que se organizó con el propósito de fomentar el interés de los estudiantes, sobre la importancia de un mundo y un Esmeraldas más habitable y más limpio. El tema estaba relacionado con la conservación del medio ambiente, limitándose al ámbito de la provincia de Esmeraldas. En el concurso participaron quince fotografías que fueron analizadas y valoradas por cuatro docentes de la misma Escuela y cuyo resultado se menciona a continuación:

La intervención de los estudiantes, docentes e invitados a los diferentes eventos buscaba concienciar a la sociedad, principalmente a niños y jóvenes sobre la problemática actual y las razones por las que es importante cuidar el ambiente; además cabe destacar que la participación de los mismos en las diferentes actividades no solo generó aprendizaje, sino también fomentó la cooperación y la colaboración entre todos quienes hacemos la Escuela de Gestión Ambiental de la PUCESE. ■

Faride Sagredo

Docente de la Escuela de Gestión Ambiental de la PUCESE





1ER

Nombre del Estudiante: Veintimilla Vanessa
Título de la Fotografía: La platanera



2DO

Nombre del Estudiante: Gámez Luis
Título de la Fotografía: Fertilidad de la tierra 3



3ER

Nombre del Estudiante: Armijos Viviana
Título de la Fotografía: Invasión y contaminación



HUEVOS DE HELMINTOS PRESENTES EN LODOS DE UN SISTEMA DE DEPURACIÓN DE BAJO COSTE

Por Patricia Molleda*, Gemma Ansola**, Etanislao de Luis Calabuig**

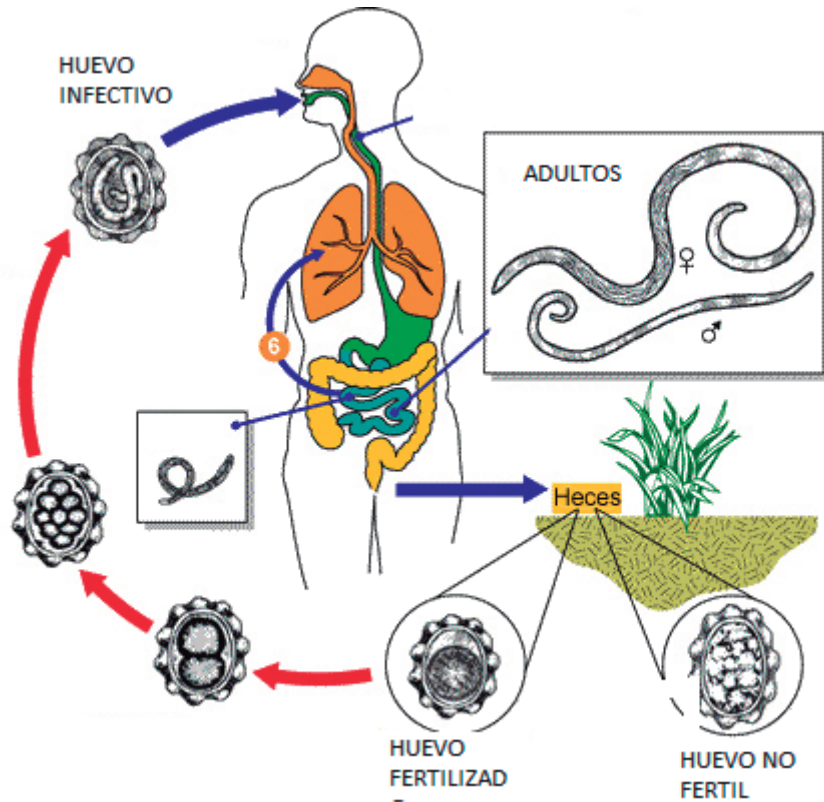


Figura 1. Ciclo Biológico del *Áscaris lumbricoides rtificiales* (MJE A). Fuente: Molleda P, 2011

Los lodos contienen nutrientes esenciales como fósforo, nitrógeno y carbono; por lo cual pueden ser usados como fertilizantes orgánicos de plantas (Pérez et.al. 2000 and UNEP 2000).

Los lodos de las depuradoras son usados en la agricultura siendo considerada esta práctica peligrosa debido a la gran cantidad de microorganismos parásitos patógenos de origen fecal que se encuentran en los lodos procedentes de las depuradoras (Martínez et al. 2003; UNEP 2000, Jiménez et. al 2002).

Existe un riesgo potencial de transmisión de enfermedades de tipo bacterianas,

virales y parasitarias que pueden ser transmitidas a través del ciclo hombre-lodo-suelo-cultivo-hombre (Fig. 1), constituyéndose en un gran problema asociado con el uso de los lodos de depuradoras en la agricultura (Jiménez et. al. 2002).

En los lodos de las depuradoras se ha detectado la presencia de numerosos microorganismos y especialmente se ha detectado la presencia de huevos de helmintos (Barbier 1990, Gaspard et. al. 1995 y Martínez et. al. 2003).

Los helmintos son parásitos de personas y animales que pueden agruparse en: Phylum plathelminthes o gusanos

planos, y Phylum nematodos o gusanos redondos.

Los platelmintos (P. plathelminthes) son gusanos segmentados que presentan una morfología aplanada y órganos de fijación en forma de ventosas o ganchos.

Entre los platelmintos existen dos grupos: los trematodos (*Fasciola hepática*, *Shistosoma haematobium*, *S. mansoni*, *S. japonicum*, etc.) y los cestodos (*Taenia solium*, *T. saginata*, *Hymenolepis nana*, *H. diminuta*, etc.). Los nematelmintos (P. nematodos) son gusanos de morfología cilíndrica, no segmentados y de tamaño muy variable (1 mm - 50 cm).



	Nº deh/kg. m. s.	%	Nº de Huevos Viabiles	% Viabilidad
Pretratamiento				
<i>Áscaris</i>	47	48,96	2	4,25
<i>Trichostrongylus</i>	29	30,21	2	6,90
<i>Hymenolepis</i>	20	20,83	4	20,00
<i>Trichuris</i>	0	0	0	0
Total	96	100	-	-
Lodo a 1,5 m de profundidad				
<i>Áscaris</i>	128	38,09	2	1,56
<i>Trichostrongylus</i>	119	35,42	3	2,52
<i>Hymenolepis</i>	81	24,11	3	3,70
<i>Trichuris</i>	8	2,38	0	0
Total	343	100	-	-
Lodo a 1 m de profundidad				
<i>Áscaris</i>	181	53,55	4	2,21
<i>Trichostrongylus</i>	82	24,26	5	6,10
<i>Hymenolepis</i>	66	19,53	4	6,06
<i>Trichuris</i>	9	2,66	0	0
Total	338	100	-	-

Tabla 1. Número de huevos de helmintos cuantificados por kilogramo de materia seca en el sistema de depuración de tipo Mosaico Jerarquizado de Ecosistemas Artificiales (MJEA). Fuente: Molleda P, 2011

Existen diversos nematelmintos parásitos del hombre como *Enterobius vermicularis*, *Áscaris lumbricoides*, *Strongyloides stercoralis*, *Ancylostoma duodenale*, *Necator americanus*, *Trichuris trichiura*, *Trichinella spiralis*, y diversas especies de filarias (Molleda P, 2011).

Los huevos de helmintos comúnmente detectados en los lodos de las depuradoras son: los huevos de nematodos (*Áscaris*, *Toxicara* y *Trichuris*) y los huevos de cestodas (*Hymenolepis* y *Taenia*).

Estos huevos son extremadamente resistentes a los tratamientos de estabilización de los lodos de las

depuradoras (Barbier 1990, Gaspard et. al. 1995 y Martínez et. al. 2003).

El objetivo de esta investigación fue evaluar la presencia de huevos de helmintos en lodos de una depuradora de bajo coste de tipo Mosaico Jerarquizado de Ecosistemas Artificiales (MJEA®) localizada en el pueblo de Bustillo de Cea, al Norte de la ciudad de León, España.

Para realizar este estudio se hicieron muestreos mensuales del lodo presente en la primera balsa (pretratamiento) del sistema de tratamiento y en dos puntos de la segunda balsa (laguna de micrófitos), el primer punto fue a 1,5

metros de profundidad y el segundo punto a 1 metro de profundidad.

Es importante destacar que el lodo es extraído anualmente de la primera balsa (pretratamiento) y desde hace 10 años no se han extraído los lodos de la segunda balsa (laguna de micrófitos). El protocolo o la metodología usada para realizar la concentración y cuantificación de los huevos de helmintos fue la técnica de Bailenger (1979), modificada por Gaspard y Schwartzbrod (1995).

Los resultados obtenidos del conteo de huevos de helmintos de los lodos generados por la depuradora (MJEA®) se



muestran en la tabla 1. Se ha encontrado una concentración total de 96 huevos/kg. m. s. en el lodo de pretratamiento; 343 huevos /kg. m. s. en la laguna de micrófitos a 1,5 metros de profundidad; y 338 huevos/kg. m. s. en la misma laguna a 1 metro de profundidad.

Además, se observó la existencia de un número considerable de huevos de helmintos en el lodo de las balsas estudiadas, observándose una concentración mayor en los dos puntos muestreados de la laguna de micrófitos que en el lodo de la primera balsa (pretratamiento).

Este hecho podría explicarse porque el lodo de la primera balsa es extraído anualmente y el lodo de la laguna de micrófitos, en 10 años que lleva el sistema de tratamiento funcionando, no ha sido extraído nunca y los huevos podrían haber permanecido sedimentándose en el fondo de la laguna pudiéndose producir pérdida de viabilidad por acumulación durante un largo periodo de tiempo.

Burd (1968) en estudios realizados de lodos almacenados en lagunas de 5.5 a 10.7 metros de profundidad en periodos de varios meses o años, observó que durante ese tiempo los sólidos se sedimentaron en el fondo registrándose una continua descomposición anaeróbica en la parte más profunda de la laguna.

Al ser drenados periódicamente, el sobrenadante o parte líquida regresaba

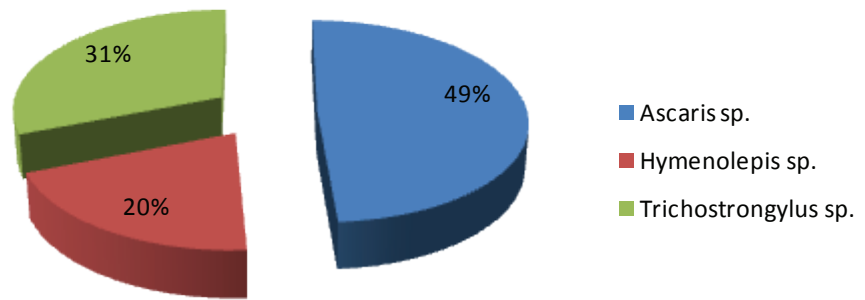


Fig.2 Distribución de abundancia de los huevos de helmintos encontrados en el lodo de pretratamiento.

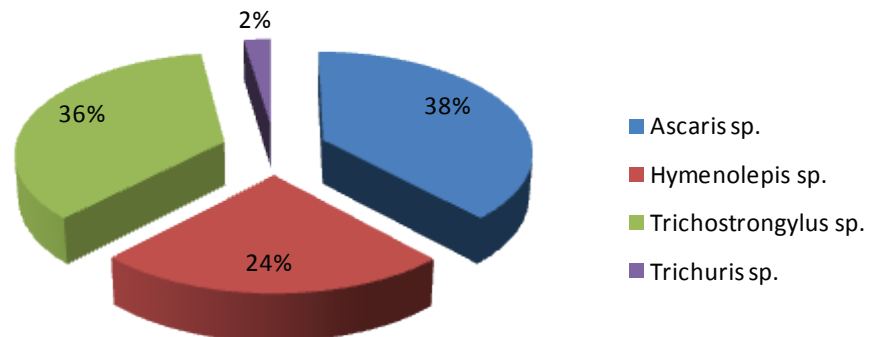


Fig.3 Distribución de abundancia de los huevos de helmintos encontrados en el lodo de la laguna de micrófitos a 1,5 metros de profundidad.

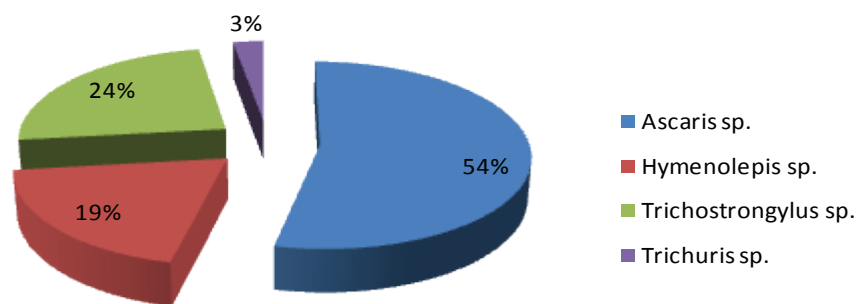


Fig.4 Distribución de abundancia de los huevos de helmintos encontrados en el lodo de la laguna de micrófitos a 1 metro de profundidad.





a la planta de tratamiento para ser procesados sin la presencia de huevos de helmintos.

La Figura 2 muestra la distribución de abundancia de los huevos de helmintos encontrados en el lodo del pretratamiento: *Ascaris* sp. (49%), *Hymenolepis* sp. (20%), *Trichostrongylus* sp. (31%).

En la Figura 3 se observa la distribución de abundancia de los huevos de helmintos encontrados en el lodo de

la laguna de micrófitos a 1,5 metros de profundidad: un 38,09 % de *Ascaris* sp., un 24,11% de *Hymenolepis* sp., un 35,42% de *Trichostrongylus* sp., y 2,38% de *Trichuris* sp.

En la Figura 4 se observa la distribución de abundancia de los huevos de helmintos encontrados en el lodo de la laguna de micrófitos a 1 metro de profundidad: un 53,55 % de *Ascaris* sp., un 19,53% de *Hymenolepis* sp., un 24,26% de *Trichostrongylus* sp., y 2,66% de *Trichuris* sp. En este estudio se

puede concluir que aunque la viabilidad analizada de los huevos de helmintos en el lodo tratado fue baja, se debe realizar algún tratamiento al lodo antes de darle un uso que pueda afectar la salud pública o contaminar los cursos de aguas.

La alta tasa de eliminación y pérdida de viabilidad de los huevos de helmintos presentes en el lodo de la laguna del sistema MJEA® de Bustillo de Cea pueden deberse a las condiciones aeróbicas del sedimento, a fenómenos de depredación o a la presión osmótica. ■

*Docente del Escuela de Gestión Ambiental –PUCESE

Personal de la Universidad de León

Bibliografía.-

- Babier, D., Perrine, D., Duhamel, CH., Double, R., Georges, P. 1990. Parasitic Hazard with sewage sludge applied to land. *Applied and environmental microbiology*. 56(5):1420-1422.
- Bailenger, J. 1979. Mechanisms of parasitological concentration in coprology and their practical consequences. *Journal of American Medical Technology*, 41: 65-71.
- Burd, R. S. 1968. *A study of sludge handling and disposal*. U.S. Department of the Interior, publication no. WP-20-4. Federal Water Pollution Control Administration. Office of Research and Development. Cincinnati. Ohio.
- Gaspard, P., & Schwartzbrod, J. 1995. Helminth eggs in wastewater: quantification technique. *Water Science and Technology*. 31, 443-446.
- Jiménez, B., Maya, C, Sánchez, E., Romero, A., Lira, L. and Barrios, J. A. 2002. Comparison of the quantity and quality of the microbiological content of sludge in countries with low and high content of pathogens. *Water Science and Technology*. 46:10. pp 17-24.
- Martínez Muro Juan Luis, García Orenes Fuensanta, Víctor Manuel Nieto Asencio Ignacio Bernácer Bonora, Morenilla Martínez José Juan. 2003. Presencia de huevos de helmintos en lodos procedentes de la depuración de aguas. *Tecnología del agua*. 232, Enero, pp. 20-24.
- Molleda, Patricia. 2011. *Aplicación de Humedales construidos en la reducción de patógenos y otros contaminantes en agua residual urbana y ganadera*. Tesis de doctorado. Universidad de León. España.
- Pérez O. O., Faubell B. M., Morenilla M. J., Bernácer B. I., Bernabéu A. A., Gómez V. D., Amores B. S., 2000. Presencia de huevos de helmintos en fangos de depuración de aguas residuales. *Tecnología del Agua*. 232, 20-24.
- UNEP DTIE IETC. 2000. *Environmental sound technologies in wastewater treatment for the implementation of the UNEP Global programme of action (GPA). Guidance of municipal wastewater*. http://www.unep.or.jp/ietc/publications/freshwater/sb_summary/10.asp



PRINCIPIO DE EXCLUSIÓN COMPETITIVA

Por Mérida Ortiz Castro*



Foto 1. Pez introducido (*Oreochromis niloticus*). Tomado de <http://www.galvbayinvasives.org>

La tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) es un pez introducido, mientras que la vieja azul (*Aequidens rivulatus*) es un pez nativo que está restringido en los ríos de Ecuador y Perú.

La tilapia se introdujo en Ecuador desde la época de los 70, desde 1995 se cuenta con la producción a gran escala en el embalse Chongón. Con la introducción de especies exóticas en un ecosistema acuático comienza un proceso de competencia interespecífica entre ambas especies, que según el principio de exclusión competitiva (Dos especies con requerimientos similares no pueden ocupar simultáneamente, y

de forma permanente un mismo espacio ecológico; Gause, 1934) llevará a que una de las dos especies excluya a la otra por competencia o que ambas convivan. Teniendo en cuenta este principio, se analiza la exclusión competitiva en el caso de la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) frente a la vieja azul (*Aequidens rivulatus*).

Modelos teórico Lotka-Volterra

Este modelo predice lo que sucede en un ecosistema cuando la presencia de una población inhibe a la otra y esta tiene un efecto negativo de un organismo sobre otro por consumo o acceso de un recurso limitado a través de este modelo se deduce (Smith, 2007):



Foto 2. Pez nativo ecuatoriano (*Aequidens rivulatus*). Tomado de <http://www.alquimistadeacuarios.com>

- Una especie es el competidor más fuerte y desplaza al otro, *Oreochromis niloticus* gana frente a *Aequidens rivulatus*.
- Una especie es el competidor más fuerte y desplaza al otro, *Aequidens rivulatus* gana frente a *Oreochromis niloticus*.
- Una especie inhibe el crecimiento poblacional de la otra especie, *Oreochromis niloticus* inhibe el crecimiento de *Aequidens rivulatus* conduciéndola a la extinción.
- Una especie inhibe el crecimiento poblacional de la otra especie, *Aequidens rivulatus* inhibe el crecimiento de *Oreochromis niloticus* conduciéndola a la extinción.

En el embalse Chongón se introdujo la tilapia desde 1995, no se cuenta con el número de desembarques hasta el

año 2008 (tabla 1), durante este año *Oreochromis niloticus* en el Ecuador, muestra una mayor captura que *Aequidens rivulatus*, si establecemos que cuanto mayor es el número de desembarques de la especie, mayor es la

densidad de su población, significa que actualmente *Aequidens rivulatus* tiene mayor densidad que *Oreochromis niloticus*, según el modelo de Lotka - Volterra puede estar sucediendo dos sucesos, ambas especies están conviviendo o hay un equilibrio inestable entre las dos especies, que por factores ambientales llevará en que algún momento a que una de las dos especies se extinga.

Principio de exclusión competitiva en la estructura trófica de la comunidad. Un ecosistema siempre se mantiene en equilibrio entre los diferentes niveles tróficos, productores, consumidores y descomponedores, se encuentran en una interrelación constante, entre cadenas y redes tróficas.

El principio de exclusión competitiva, se demuestra a partir de la siguiente fórmula:

$$\frac{d N_1}{d t} = r_1 N_1 \frac{(K_1 - N_1 - \alpha_{12} N_2)}{K_1}$$

Fórmula 1:

N1: densidad de la población 1

R1: Tasa de crecimiento de la población 1

K1: Capacidad de carga del ambiente para la población 1

N2: densidad de la población 2

$\alpha_{12} N_2$: mide el efecto de la especie 2 sobre la especie 1.





Especie	Desembarque Total Embalse Chongón (Tn)			
	2008	2009	2010	2011
<i>Oreochromis niloticus</i>	18,4	26,6	22	43
<i>Aequidens rivulatus</i>	14,1	48	39	70

Tabla 1. Relación de desembarques en el embalse Chogón (Pacheco, 2012)

Las especies invasoras son especies introducidas en un ecosistema donde no evolucionaron y que resultan dañinas para la salud humana, el ambiente o la economía de la región. Las especies invasoras a menudo se dispersan profusamente porque encuentran algunas formas de resistencia ambiental, como depredadores o parásitos, en su nuevo ambiente.

El crecimiento sin control de las poblaciones de tales especies puede dañar seriamente el ecosistema conforme éstas desplazan a especies locales, salen victoriosas de la competencia y se convierten en depredadores de las especies locales.

Conclusiones.

Bajo el análisis de la exclusión competitiva del modelo de Lotka-Volterra, que solo se establece cuando el ambiente se mantiene constante, cuando la depredación es la relación interespecífica más importante y

cuando no se cuenta con los procesos demográficos de la población como la migración, tasa de nacimiento y mortalidad.

Han pasado 17 años desde la introducción de tilapia, en el embalse Chongón, cuando recién se la introdujo la tilapia se puede deducir que tuvo una tasa de crecimiento exponencial porque sus depredadores naturales no estaban, desde el año 1995 hasta el 2008, parece que la población ya se ha estabilizado, presentando menos densidad que la vieja azul, por ende menos tasa de capturas en los desembarques.

Como las 2 especies aún siguen existiendo, según el modelo, significan que ambas están coexistiendo mediante un solapamiento de nichos.

La coexistencia se puede haber dado porque las dos especies no comparten exactamente el mismo nicho ecológico, por ejemplo en la alimentación

(*Oreochromis niloticus*) es detritívora mientras que la vieja azul (*Aequidens rivulatus*) es carnívora de larvas de insectos, aunque ambas se alimentan de fitoplancton y zooplancton, especies omnívoras.

El hábitat es otro factor, la tilapia puede que la mayor parte del tiempo es la zona superficial donde se alimenta, mientras que la vieja azul en zonas bentónicas, aunque a ambas se las considera especies bentopelágicas. Por ende ninguna de las dos especies excluyó competitivamente a la otra, debido a que ambas especies diversificaron sus nichos, también debido a que cuentan con los suficientes recursos para mantener la población de ambas especies.

Es una lástima no disponer de información sobre las características de la comunidad íctica de esa cuenca, ya que tal vez si pudo haber existido una extinción, pero de alguna especie que nunca fue identificada. ■

* Estudiante del 4º nivel de Gestión Ambiental

Bibliografía.-

- Pacheco, B.J.L., 2012. *Desembarques Totales de las Principales Especies Capturadas*. Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil, Ecuador.
- Smith T. M., 2007. *Ecología, Sexta Edición*, Pearson Education. Madrid, España.
- Gause G.F. 1934. *La lucha por la existencia*, Baltimore, Williams and Wilkins. Baltimore, M.D. USA.





LOMBRICULTURA, UN ALTERNATIVA SUSTENTABLE

Por Michelle Guijarro y Walter Cedeño*



Foto 1: Lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*)

En las actividades agrícolas de nuestro país, son de frecuente uso los productos químicos, los cuales tienen un aporte muy eficiente para los cultivos ya que ayudan a obtener un producto de gran rendimiento. Pero estos químicos tienen un efecto nocivo a largo plazo en el suelo y de forma indirecta en el hombre; debido al consumo diario de alimentos.

Por otro lado, para todos los habitantes de la ciudad de Esmeraldas es notorio que los desechos que se generan a diario en sus respectivos hogares son recogidos para ser depositados en el botadero de basura, mas no reciben un adecuado tratamiento para su correcta degradación. Las consecuencias de este problema ya se han comenzado a notar hace varios años, el más común es el mal olor que emanan los desechos sólidos (vapores tóxicos) en el botadero de

basura de la ciudad, pero existen otros factores aún más preocupantes como la proliferación de animales portadores de microorganismos que transmiten enfermedades a toda la población y otros como los lixiviados.

La problemática se da principalmente por la producción de residuos orgánicos sólidos que se incrementa a nivel general, lo que constituye un problema que dificulta cada vez más su manejo adecuado, principalmente debido a la falta de conciencia ambiental por parte de la población. El crecimiento poblacional, el estilo de vida basado en el consumismo y las actuales actividades productivas humanas, han incrementado la cantidad de basura, dando lugar a la contaminación y deterioro del medio ambiente. (Cadena, 2009). En vista de que, por parte del gobierno no se dan soluciones concretas, ni se logra mejorar

la situación en la ciudad, se propone una solución que se puede aplicar para tratar esta problemática que aqueja a la ciudadanía esmeraldeña, al menos en lo referente a la producción de basura orgánica, es la lombricultura; la cual es básicamente “la crianza y manejo de lombrices de tierra en condiciones de cautividad” (Tineo, 1991). La lombricultura tiene por objeto la reconversión de residuos biodegradables reciclándolos y transformándolos en fertilizantes orgánicos. Generalmente se utiliza a las lombrices rojas californianas para realizar este proceso de transformación, ya que ofrece varios beneficios para la urbe, principalmente para mejorar nuestra calidad de vida y la de las generaciones venideras.

Esta técnica, aporta más nutrientes que los de un producto químico; además se obtienen mejores resultados debido





a su proceso netamente natural, esto lo podemos observar en el gráfico 1, el cual compara la cantidad de nutrientes que aporta la lombricultura frente a un fertilizante químico.

En la figura 1 se puede apreciar una comparación entre la presencia, expresada en porcentaje, de diferentes elementos (Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio), entre un fertilizante elaborado con lombricultura y un fertilizante elaborado con químicos.

Como podemos observar la superioridad de la lombricultura es muy evidente, ya que la cantidad de nutrientes es muy significativa y más saludable para el hombre.

A continuación se enlistan los beneficios que presenta el uso de esta técnica, no solo para la planta, sino también para el suelo:

- Aporta cantidades equilibradas de nutrientes.

- Beneficia el suelo con millones de microorganismos.
- Favorece la asimilación de los micronutrientes de la planta a través de enzimas.
- Logra una mejor aireación al modificar la estructura del suelo.
- No existe peligro de sobredosis.
- Contribuye con el mejoramiento de cualquier tipo de planta.
- No tiene vencimiento, ya que a medida que pasa el tiempo es más asimilable.
- Reemplaza al mantillo, la resaca y cualquier clase de abono inorgánico sales minerales.
- Mejora la salud de la planta, haciéndola más resistente a las plagas.
- Aumento notable en el peso fresco y en la longitud del tallo de las plántulas. (Valencia, 1972).
- Disminuye la mancha de hierro. (Cadena, 1983).
- Mejora valores en peso seco y altura de planta.
- Mejora la permeabilidad, erosión,

retención de humedad, inactiva los residuos de plaguicidas, incrementa y diversifica la flora microbiana. (Legal, 1997).

- Reduce los costos por insumos de fertilización hasta en un 40% en los primeros cuatro años y en almácigos hasta un 30%. (Medina, 1999).

Las razones por las que las lombrices, en especial la lombriz californiana (*Eisenia foetida*) son elegidas para tratar los desechos sólidos orgánicos domiciliarios son: i) se alimentan con mucha voracidad consumiendo todo tipo de desechos agropecuarios (estiércoles, residuos agrícolas, etc.) y desechos orgánicos de la industria, ii) son muy prolíferas y su tiempo de vida puede alcanzar los 16 años en cautiverio, iii) tiene buena capacidad de producir humus y carne de lombriz por hectárea como ninguna otra actividad zootécnica lo logra. (Barbados, 2004). Además de contribuir en el manejo de desechos sólidos orgánicos, su cultivo ofrece

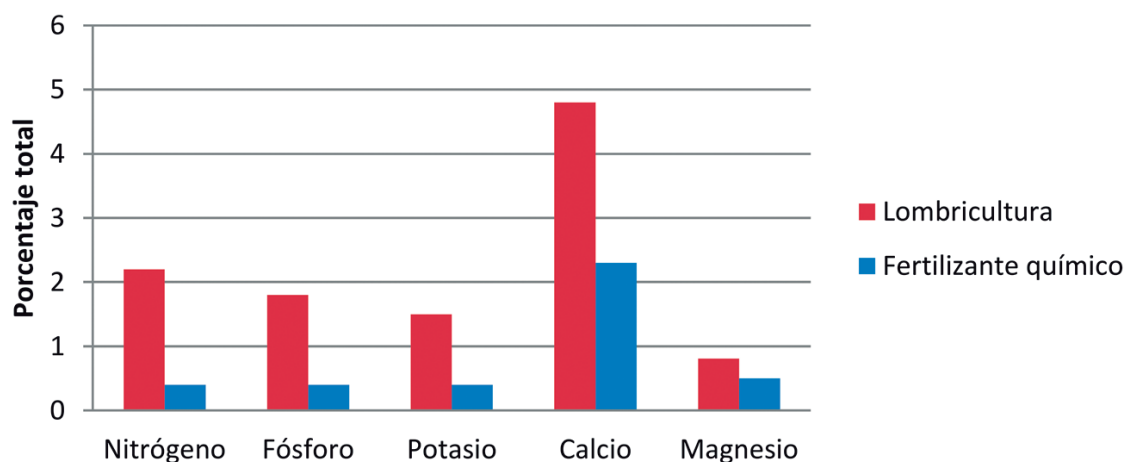


Figura 1. Porcentaje de diferentes elementos constitutivos presentes tanto en fertilizantes a partir de lombricultura con aquellos de origen químico. Tomado y modificado de Cadena (1983) y de Compagnoni (1983).





beneficios en otros campos como son: agrícola, forestal, jardinería, alimento para otros animales, entre otros.

Pero lo más importante es que esta actividad es sustentable, ya que no hay repercusiones en el medio ambiente debido a que las lombrices degradan la materia de manera natural para así cumplir con su ciclo de vida.

Además, el humus de lombriz es un fertilizante de primer orden que protege al suelo de la erosión, mejorando sus características químicas y su estructura, haciéndolo más permeable al agua y al aire, aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y actividad de los nitritos, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro (Bollo, 1999).

Por todos estos motivos podríamos decir que la lombricultura en general,

es una buena opción para reducir la contaminación de basura orgánica, gracias al proceso y resultado que se obtiene con el uso de esta técnica.

Al aprovechar nuestros desechos, se disminuirá la cantidad de basura en los botaderos y podemos aprovecharla en la alimentación de las lombrices, que degradarán poco a poco estos desechos y lo convertirán en humus, pudiendo así enriquecer el suelo y optimizar la producción de hortalizas sin necesidad de usar fertilizantes químicos.

El proceso de cultivo de la lombriz californiana es totalmente ecológico y respeta el ciclo de vida, aportando al suelo los nutrientes y minerales fundamentales para su fertilidad y riqueza. Ayuda a evitar la erosión del suelo y a disminuir el uso de abundante agua para regar los cultivos, al desarrollo de las plantas y a su óptima obtención de nutrientes para producir frutos de buena calidad. ■



* *Estudiantes del 4° nivel de Gestión Ambiental*

Bibliografía.-

- Barbados, J. (2004). "Cría de lombrices" 1a ed., Editorial Albatros. Buenos Aires: La Quimera. 2012, Junio 7.*
- Bollo, E. (1999). "Lombricultura: una alternativa para el reciclaje" (2da edición, vol. 1). Quito: Soboc graphics.*
- Cadena, G. 1983. Uso de la pulpa de café para el control de la mancha de hierro en almácigos, Avances técnicos CENICAFE.*
- Cadena, E. (2009). "Propuesta De Un Plan De Manejo Participativo De Residuos Sólidos Domésticos En La Parroquia De Peñaherrera, Cantón Cotacachi". Universidad Técnica del Norte. 2012, Julio 13.*
- Compagnoni, L. 1983. Cría moderna de lombrices, el abono más económico, rentable y Eficaz.*
- Legal, M. 1997. Taller de investigación participativa en lombricultura. Escuela de agricultura y ganadería "Francisco Luis Espinoza Pineda".*
- Medina, B. 1999. "Es importante conocer la utilización integral de la pulpa del café". Entrevista. Revista el Cafetal. ANACAFE.*
- Tineo, B. 1991. Estudio preliminar de algunos aspectos reproductivos de tres especies de lombrices de tierra.*
- Valencia, A. 1972. Utilización de la pulpa de café en los almácigos, CENI-CAFE, avances técnicos, Boletín 17.*



¿Y SI CAMBIAMOS EL ACEITE POR MÚSCULOS?

Por Vanessa Veintimilla*



Cultiva tú aire siembra vida



De acuerdo a la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos, “aceite usado es cualquier aceite que ha sido refinado del petróleo crudo o cualquier aceite sintético que haya sido usado y como resultado de tal uso esté contaminado con impurezas físicas o químicas”.

Un galón de aceite lubricante proveniente del cambio en un vehículo puede contaminar un millón de galones de agua fresca y volverla inservible para el consumo humano, misma que serviría para satisfacer las necesidades de consumo de cincuenta personas por un año. Parte del aceite usado que es derramado en el suelo podría llegar a aguas superficiales (por la lluvia) o aguas subterráneas (por filtración), y otra parte evaporarse y contribuir con la contaminación del ambiente y crear serios problemas de salud para la población.

En el país el 60% del aceite lubricante se destina al consumo de automotores y 40% lo consumen las empresas marítimas e industria. El aceite lubricante de automotores generalmente se recupera en un mercado informal, en gran parte; y parcialmente, de manera planificada y controlada en algunas ciudades como: Quito, Cuenca, Ibarra con la participación de gestores. Existe una gran recuperación del aceite lubricante usado, práctica generalizada en lubricadoras, pero que se encuentra fuera de control y provoca impacto ambiental. Esto debido a la existencia de un mercado informal que cotiza el material entre 15-25 dólares por tanque de 55 galones, usado para diversos fines.

En el Ecuador, al aceite usado se lo utiliza como aceite de relleno, entre cambios para vehículos; como pulverizador, en el lavado de autos; como plaguicida, para controlar el polvo en los caminos, para “proteger” al

ganado vacuno de parásitos subcutáneos y para el tratamiento de madera, entre otros usos. Estos usos generan efectos negativos como son: emisiones de gases, contaminación de ríos y receptores de agua, desertificación del suelo y enfermedades en la población.

Según una investigación realizada para este artículo, nuestra provincia tiene un promedio de producción aproximado de 225 gal/mes (Juan Montaña¹, com. pers.), esta cantidad de residuos al ser manejada inadecuadamente podría provocar una serie de impactos al ambiente y a la salud de las personas que habitamos esta ciudad.

Las formas más probables mediante la cual las personas estarían expuestas a estos residuos son:

- En el hogar durante el uso inadecuado como: insecticida (curar al ganado y conservar la madera) y herbicida (mata maleza).
- Recreación, nadar en aguas donde se ha derramado aceite usado.
- Beber agua que ha sido contaminado por fugas de aceites usado desde un tanque de almacenamiento.
- Exposición de infantes al jugar con suelos contaminado con aceite usado.

Una práctica común en nuestro medio, es que el aceite residual proveniente del cambio de aceite de automotores va a parar junto con otros desechos en el vertedero municipal, el cual potencia aún más la contaminación del ambiente circundante. En vista de la grave contaminación del agua, suelo y aire por



causa de los aceites lubricantes usados es necesaria la implementación de un sistema de gestión de residuos, el mismo que traería varios beneficios:

- Ahorro de energía y materias primas no renovables (petróleo)
- Menor producción de residuos y efluentes que son vertidos al ambiente.
- Beneficio económico para los generadores y empresas con potencial de uso.
- Menor degradación del ambiente por la reducción de aceites vertidos al ambiente.

Es común ver niños jugando en la rivera de los ríos, personas tomando el agua del río, cultivar sus sembríos, consumir alimentos sin saber que posiblemente están contaminados con hidrocarburos y metales y que parte de estos son persistentes. Como vemos la problemática ambiental que gira en torno a la producción y el manejo inadecuado del aceite usado, es también palpable en nuestro entorno. Por otro lado, en nuestro medio se sabe que la mayoría de lubricadoras, vulcanizadoras, estaciones gasolineras están ubicadas junto al río y que parte de sus hábitos es verter aceites de desecho al cauce, por lo que es comprensible que esta sea una fuente importante de la contaminación de fuentes de agua de la provincia. Es necesaria la implementación de un

sistema de gestión de aceites usados en la ciudad de Esmeraldas, con la finalidad de que los mismos contemplen fases de almacenamiento, recolección y disposición final adecuados y sin comprometer la salud del ambiente y de las personas. A más de implementar un buen manejo de residuos, es necesario considerar que existe la posibilidad de minimizar la generación de aceites mediante la concientización a la población, no solo en temas de gestión, sino con el uso alternativas ecológicas, ya que el uso del automóvil frecuentemente hace que los cambios de aceite se los realice con una frecuencia mayor y por ende se genere mayor cantidad de aceite que puede ir a parar en los diferentes ecosistemas.

¿Y si intercalamos nuestro transporte como medida para ayudar a nuestro ambiente? esta sería otra medida que se podría adoptar para reducir el consumo y posterior desechos de aceites lubricantes.

Otra opción sería la biciecológica, que es una tendencia que nos plantea una alternativa amigable para el ambiente, en la que se minimiza el uso de materia prima (petróleo), se minimiza la generación de aceite usado, se minimiza emisiones a la atmósfera y se maximizan los músculos. Entonces, ¿cambiamos aceite por músculos? ■



* *Estudiante del 9° nivel de Gestión Ambiental*

¹ *Director de la Dirección de Gestión Ambiental del Municipio de Esmeraldas.*

Como base para este artículo se ha utilizado: EPA. (1996, Noviembre). Manejando Aceites Usados. Consejo para Empresas Pequeñas. Obtenida el 26 July 2012 de <http://www.epa.gov/epawaste/conserva/materials/usedoil/index.htm>.

PRESENCIA DE ESTREPTOCOCOS FECALES EN AGUAS DE BEBIDA, SANITARIO Y GRIFO EN LA PUCESE

Por Patricia Molleda

Una gran variedad de patógenos gastrointestinales pueden ser encontrados en las aguas residuales y en las aguas que no sean sometidas a ningún tipo de potabilización para consumo humano.

Los microorganismos patógenos comúnmente encontrados en las aguas son las bacterias, virus y parásitos (Stott et al., 1997; Morsy et al., 2007). Debido a la gran cantidad de organismos patógenos que presentan las aguas estas deben ser sometidas a diferentes tratamientos antes de ser consumidas por el ser humano para evitar enfermedades.

Entre los diferentes tratamientos a los que deben estar sometidas las aguas de bebida tenemos: Ozono, filtros de piedra, rayos UV, calentar el agua de grifo hasta ebullición, cloración, etc. El objetivo de esta investigación fue conocer el número de *Estreptococos* fecales presentes en las aguas de grifo, sanitario y de bebida de la escuela de IGA de la PUCESE. Para este estudio se usó la técnica de recuento mediante



Fig. 1. Equipo de filtración (rampa de filtración de vacío)



Fig. 2.- Filtro de membrana de celulosa (0,45 µm) que será colocada en la rampa de filtración.



Fig. 3.- Embudo de filtración donde se colocan los 100ml de agua a filtrar.



Fig. 4.- Placas de petri con medio de cultivo Slanetz and Bartley agar antes de ser incubado a 37°C por 48 horas.

filtración de membrana (Fig. 1 y Fig. 3), este método se basa en filtrar un volumen de 100 ml. de agua a través de un filtro de membrana de nitrato de celulosa de 0,45 µm de tamaño de poro (Fig. 2), incubar en placas con medio de cultivo Slanetz and Bartley agar (Fig. 4), específico para el crecimiento de *Estreptococos* fecales a 37°C por 48 horas, posteriormente realizar recuento de colonias rosadas en las placas. El

agua analizada fue el del dispensador de agua de bebida de la escuela de IGA, del grifo del laboratorio y del sanitario del baño de chicas de la escuela de IGA. Después de 48 horas de incubación se realizó el conteo de las colonias rosadas características de la presencia de *Estreptococo* fecales. Observándose mayor número de *Estreptococos* fecales en el agua del dispensador de agua de bebida de la escuela de IGA (Promedio de 65,5 UFC/100ml), seguida del agua de sanitario (promedio de 40 UFC/100ml) y un promedio de 31 UFC/100ml en el agua del grifo.

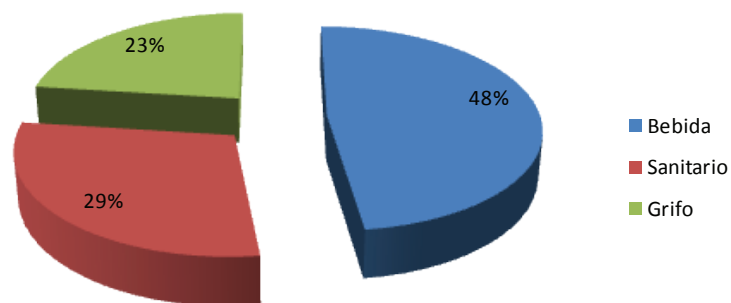


Fig. 5.- Diferencia entre el promedio del número de *Estreptococos* fecales encontrados en las aguas de bebida, Sanitario y Grifo de la escuela de IGA.

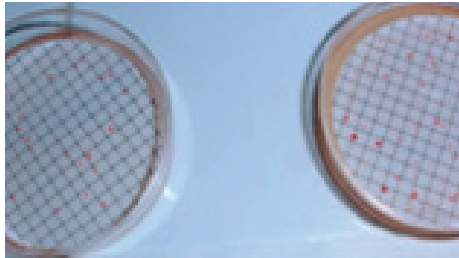


Fig. 6.- Numero de *Estreptococos fecales* observados en el agua de sanitario.

Parámetros	Unidades	NMP
Coliformes totales	unidades de color	3000
Coliformes fecales	unidades de color	600
Estreptococos fecales	unidades de color	No es tomada en cuenta

Tabla 1. Numero más probable de coliformes fecales y totales establecidos por la legislación ecuatoriana (T.U.L.A.S.)

promedio analizado en el agua del sanitario y por último el promedio del agua de grifo.

En la figura 6, se observan las colonias rosadas, característico del medio de cultivo Slanetz and Bartley agar que manifiesta la presencia de las bacterias de origen fecal *Estreptococos fecales* en el agua del sanitario.

El género *Streptococcus* es un grupo heterogéneo de bacterias grampositivas con gran significación para la medicina y la industria, son esenciales en procesos industriales y lácteos y como indicadores de contaminación. Varias especies son importantes desde el punto de vista ecológico como parte de la flora microbiana normal del hombre y los animales, otras pueden ser causa de infecciones que varían en un rango de subagudas a agudas hasta crónica (Patterson y col. 1996).

Hay diversidad de opiniones en cuanto al valor de los estreptococos fecales como indicador de contaminación fecal. En investigaciones realizadas en países tropicales se plantea que estas bacterias pueden estar presentes de

forma natural en las corrientes de agua y no reflejan necesariamente el grado de contaminación de dichas aguas por lo que se considera la hipótesis de que la fuente de la alta concentración de bacterias indicadoras en las corrientes es el suelo (Hardina y Fujioka, 1991).

La presencia de algunas especies en el género *Enterococcus* que al parecer no tienen relación con la materia fecal, disminuye el interés por los enterococos como indicadores de la inocuidad de los alimentos, por lo que se revisa su utilidad en el control de la higiene y la calidad de los alimentos y las aguas (Jay J. M. 1992).

En estudios futuros resulta necesario determinar si las especies de enterococos y estreptococos intestinales reportadas en los últimos años se encuentran solamente asociados con contaminación fecal o se presentan en forma natural, con el objetivo de valorar la importancia de este grupo de bacterias como indicador para evaluar la calidad sanitaria de muestras ambientales en países tropicales (Suarez M. 2002).

Los países tienen legislaciones relacionadas con las aguas de consumo

humano, las que sirven para determinar las responsabilidades de los distintos sectores involucrados en la producción y distribución del agua potable o agua de bebida (términos equivalentes), de su monitoreo y de su control (OMS, 1993).

Cada país cuenta con reglamentaciones que definen qué se entiende por agua potable; es decir, los patrones que se deben seguir para que la misma sea inocua para la salud humana.

El nivel aceptable de contaminación en las muestras de agua es muy bajo. Por ejemplo, en el estado de Hawaii, con una de las regulaciones más estrictas de EE.UU, el límite en el agua de las playas es de 7 unidades formadoras de colonias por cada 100 ml de agua. En 2004, en las nuevas regulaciones federales de EE.UU de calidad del agua, *Enterococcus* spp. sustituye a los coliformes fecales (Jin G. y col., 2004).

En Ecuador, se cuenta con el Tratado Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (T.U.L.A.S) que nos proporciona una guía para determinar los valores máximos permisibles para los diferentes usos del agua sin que este





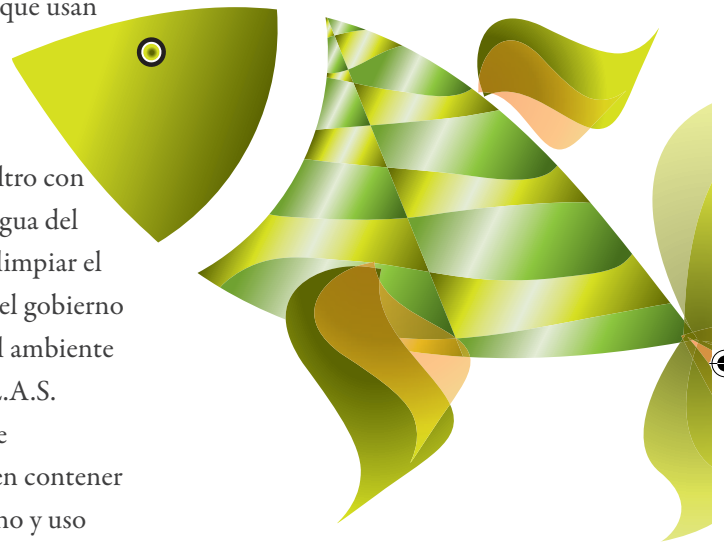
recurso pueda significar riesgo para la salud.

En la **tabla 1** se observan los parámetros medidos en unidades formadoras de colonias para coliformes totales de 3000 UFC y para coliformes fecales de 600 UFC establecidos por las Legislación Ecuatoriana (T.U.L.A.S.) en la cual no se establece el número de UFC para *Streptococos* fecales por lo cual según la legislación ecuatoriana las aguas analizadas en este estudio cumplen con los parámetros establecidos.

Se puede concluir que para el momento de tomar las muestras de aguas el filtro de piedra de la IGA no se le había hecho mantenimiento por lo cual estaba sucio lo cual dio como resultado la presencia de *Streptococos* fecales,

además el dispensador de agua de bebida quizás también estaba sucio y por esta razón se observó la presencia de este microorganismo en el agua de bebida, las cantidades encontradas de esta bacteria de origen fecal no representaron un riesgo de salud para los estudiantes o personal de la escuela de IGA que usan dicho dispensador de agua.

Se recomienda hacerle un mantenimiento frecuente al filtro con el cual se llena el botellón de agua del dispensador, también se debe limpiar el dispensador de agua. Además el gobierno del Ecuador y el ministerio del ambiente debería revisar la norma T.U.L.A.S. e incluir el número en UFC de *estreptococos* fecales que deben contener las aguas para consumo humano y uso doméstico. ■



**Docente del Escuela de Gestión Ambiental -PUCESE*

Bibliografía.-

- Hardina C.M., Fujioka R.S. Soil. The environmental sources of Escherichia coli and enterococci in Hawaii's Streams. 1991. Environmental toxicology and water quality. Int;6:185-95.*
- Jay J.M. Indicadores de la calidad y de la inocuidad microbiológica de los alimentos. 1992. Parte VI, Capítulo 17. En: Microbiología Moderna de los Alimentos. Tercera edición. Editorial Acribia S.A. 0497-503 pp.*
- Jin G., Jeng H., Bradford H., Englande A. 2004. Comparison of E. coli, enterococci, and fecal coliform as indicators for brackish water quality assessment. Water Environ Res. 76 (3): pp. 245-55.*
- Morsy, M.R., L. Jouve, J. Hausman, L. Hoffmann and J. McD Stewart, 2007. Alteration of oxidative and carbohydrate metabolism under abiotic stress in two rice (Oryza sativa L.) genotypes contrasting in chilling tolerance. J. Plant Physiol., 164: 157-167*
- OMS. Guías para la calidad del agua potable.. Vigilancia y control de los abastecimientos de agua de la comunidad. 1998. Segunda edición.;3:65-66.*
- OMS. 1993. Directrices de la OMS para la calidad del agua potable. 1993, son el punto de referencia internacional para el establecimiento de estándares y seguridad del agua potable.*
- Patterson, M.J. Streptococcus. En: Baron S, ed. Medical microbiology. 4 ed. Galveston: The University of Texas Medical Branch, 1996.*
- Stott A. W., Davies E., Tuross N., and Evershed R. P. (1997b) Monitoring the routing of dietary and biosynthesised lipids through compound-specific stable isotope (¹³C) measurements at natural abundance. Naturwissenschaften 84, 82- 86.*
- Suarez M. 2002. Tendencia actual del Estreptococo como indicador de contaminación fecal. Rev. Cubana Hig. Epidemiol. 40:1, 38-43.*





A FLOR DE PIEL

Si, te fui infiel

Por favor hablemos, siéntate aquí y escucha todo lo que tengo que decir...
¿Recuerdas una de las tantas noches en las que apenas podía mirarte? te acercabas lentamente por un beso y yo evadía tu llegada, esas noches en las que me atacaba el llanto, y no entendías el porqué de mi tristeza, esas noches en las que aun rebotando de pasión mi cuerpo terminaba insaciable, insatisfecho, como si algo me faltara. Aquellas noches en las que apenas podía dormir, era el amor y el dolor, era la razón que me atormentaba y no me permitía siquiera poner una mano sobre ti.

¿Recuerdas los viajes que hice sola? teníamos planes para el regreso y nunca llegué ¿recuerdas cuando te echaba la culpa de todo? sin dar motivo alguno, sin la mínima razón, cuando quería que todo fuera a mi modo e hicieras lo que yo deseaba, cuando necesitaba estar a solas y huir del mundo. No estabas tu, estaba con él, dejándome embaucar por su pasión... te había sido infiel.

Otra boca que no fue la tuya, me besó por encuentros, lo ame. Esa boca junto con sus labios, me brindaron el más exquisito placer... otro cuerpo que no fue el tuyo se acercó a mí, de forma inquietante, me cubrió con el suyo, nos bañamos en sudores, me transformó en un animal capturado por su presa, ese cuerpo hizo vibrar el mío con solo verlo...

Toqué esa piel que despertó el deseo por faltar a lo que yo llamaba compromiso... y simplemente se me antojó un masoquismo por él, se me antojó quitarle la paz... me cubrí de inmoralidad y de falsedad, lo embriagué con mi saliva... lo acosté a mi lado todas las noches y me poseí por él... también le robé la cordura y faltó a su palabra, faltó a la promesa que se hizo: no llamarme o buscarme otra vez... me escuchó gemir en su odio con tanta ternura y ganas de repetir el encuentro; recorrí cada rincón de su cuerpo con mi lengua que hasta reconozco su aroma... Hoy se cumplen 44 días desde nuestro último encuentro.

No digas que valgo poco como mujer, mi error no ha sido serte infiel, mi error ha sido permitir que me gobiernes, que me manipules con tu llanto. Solo me culpabas de tus inmundicias... no me diste tiempo de reconocer mis errores e intentar ser otra mujer, me obligaste a ser diferente, en vez de aceptarme tal cual era...

Ahora pregunto ¿Quién ha sido de los dos el mas culpable? Yo que perdí tu amor en otro cuerpo o tú que no supiste aceptarme. Ahora dime, ¿Quién se queda con el dolor? ¿Quién se guarda el rencor? ¿Quién oculta la tristeza? ¿Quién pierde más? él quedará en el olvido, tú permanecerás adormecido por mis besos y llorarás con mi recuerdo. Por más odio que quieras darme sabes que me amas... Si, te fui infiel... ahora dime ¿Quién pierda más?





EVOLUCIONA

