

CALIDAD ECOLÓGICA DEL AGUA DEL RÍO UTCUBAMBA EN RELACIÓN A PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y BIOLÓGICOS. AMAZONAS, PERÚ.

Ecological quality of Uctubamba river water in regards with physicochemical and biological parameters, Amazonas, Perú.

Flor Teresa García-Huamán; Jorge Torres-Delgado y Segundo Edilberto Vergara-Medrano

RESUMEN

Se evaluó la calidad ecológica del agua del río Uctubamba mediante parámetros físico-químicos in situ, determinándose también la microflora ribereña. Se establecieron siete estaciones de muestreo en la Cuenca del Utcubamba y se realizaron tres muestreos, en mayo, agosto y noviembre durante el . 2009; abarcando las provincias de Chachapoyas, Luya, Bongará Utcubamba y Bagua. Además, se recolectaron muestras de agua para realizar diferentes pruebas físico-químicas y biológicas a nivel de laboratorio y en una prensa botánica se colectaron especímenes de flora para su identificación ex situ. La calidad ecológica del agua del río Utcubamba se realizó en relación a la valoración de los parámetros físicoquímicos y biológicos considerados y siguiendo criterios para valoración de importancia ecológica. Se encontró que la calidad ecológica del agua del río Utcubamba fue de (-178) debido al desarrollo de actividades antropogénicas.

Palabras Clave: Calidad ecológica, río Utcubamba.

ABSTRACT

We evaluated the ecological quality of water from the river Uctubamba through physico-chemical parameters in situ, also determined the microflora waterfront. Established seven sampling stations in the basin of the Utcubamba and three samples were taken in May, August and November during 2009; covering the provinces of Chachapoyas, Luya, Bongara, Utcubamba and Bagua. In addition, water samples were collected to perform different tests physico-chemical and biological laboratory and in a press botany were collected specimens of flora for your identification ex situ. The ecological quality of Utcubamba river water was developed regarding the assessment of the chemical and biological parameter considered and following criteria for assessment of ecological importance. It was found that the ecological quality of Utcubamba river water was (-178) due to the development of anthropogenic activities.

Key words: Ecological quality, Utcubamba river.

¹Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas-Perú.

²Departamento de Ciencias Ambientales, Facultad de Ecología, Universidad Nacional de San Martín, Moyobamba-Perú.

³Departamento de Ciencias, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, Pucallpa-Perú.

INTRODUCCIÓN

El agua es el componente característico de la tierra, en el pasado sentó las bases para la evolución biológica y sigue siendo hoy un elemento esencial para la vida. Tal vez constituya el don máspreciado que la tierra ofrece a la humanidad. Debería suponerse por tanto, que el hombre se mostrara respetuoso con ella en justa reciprocidad, procurando conservar sus reservas naturales y esforzarse por salvaguardar su pureza. Sin embargo muchos países se han comportado de manera negligente y sin visión de futuro hasta el punto de que el devenir de la especie humana y de otras muchas puede verse comprometido si no se produce una mejora sensible en la gestión del recurso hídrico de la tierra.

La contaminación del agua se ha convertido en una amenaza para la existencia continuada de muchas comunidades vegetales y animales del ecosistema, pues al alterarse las condiciones fisicoquímicas del agua se verán afectados también los componentes biológicos de ese habitat, alterando de esta manera la calidad ecológica del agua del río².

Las aguas superficiales son más susceptibles de contaminación por la actividad humana, prácticamente todas nuestras actividades necesitan en mayor o menor medida agua, desde nuestro aseo personal hasta el funcionamiento de las grandes industrias, este uso humano provoca modificaciones en el agua, algunas de grandes magnitudes que la hacen inutilizable en determinado lugar y momento³.

Las aguas dulces tienen contaminación de origen minero, urbano, agrícola, pluvial e industrial. Sus contaminantes son orgánicos (ácidos grasos, aminoácidos, esteroides, detergentes, etc.) e inorgánicos (sales de sodio, manganeso, calcio, potasio, cloruros, nitratos, fosfatos, sulfatos)¹.

El hombre ha causado muchos estragos en el ambiente, siendo este también el contaminante principal en las laderas de los ríos, ya sea de forma directa con el arrojode los desperdicios o de forma indirecta con las actividades que realiza cerca de estos.

La preocupación por el estudio del agua en los ríos se hace cada vez más notoria, pues la búsqueda por soluciones prácticas y elocuentes es más común en todo el mundo, debido a que se busca valorar los ecosistemas que brindan las diferentes regiones.

La contaminación de los cauces superficiales de los ríos tiene su principal origen en las descargas directas de residuos sólidos, domésticos o industriales y de aguas servidas domésticas sin previo tratamiento. También influyen las descargas difusas derivadas de actividades agrícolas o forestales que llegan a las masas o corrientes de agua superficiales y/o subterráneas¹.

El agua puede contaminarse con desechos que requieren oxígeno, con sustancias químicas inorgánicas y orgánicas, con sedimentos o materia suspendida, con sustancias radiactivas que pueden causar defectos congénitos, por el calor y con agentes patógenos como bacterias, virus, protozoarios, parásitos que entran en el agua proveniente de desechos orgánicos⁴.

Ante esta situación peligrosa de contaminación y polución de las aguas, muchas instituciones mundiales han promovido programas de evaluación, prevención y conservación de la capacidad productiva de los recursos acuáticos para determinar la interacción de las actividades del hombre en el ambiente, teniendo como alternativa prioritaria desarrollar tecnologías propias para evaluar el estado de los ambientes acuáticos y su administración en relación a la protección de los recursos vivos en los ríos y áreas costeras⁵.

La evaluación de la calidad del agua ampliamente utilizada, es difícil de definir. Tradicionalmente se basa en análisis físico-químicos; luego en métodos biológicos, tal como lo propusieron Kolenati (1848), Hassal (1850) y Cohn (1853) quienes determinaron que los organismos que se encuentran en agua contaminada son diferentes a los que se encuentran en agua limpia. Posteriormente Kolwitz y Marsson (1909) propusieron el sistema saprobiótico continental que sentó las bases para el desarrollo de nuevos estudios⁶.

La preocupación del hombre en las últimas décadas por los recursos acuáticos despertó un creciente interés por conocer, proteger y estudiar los cambios en los ecosistemas fluviales en el tiempo, en base a criterios físicos químicos y biológicos para estimar el efecto y magnitud de las intervenciones humanas⁷.

Aún cuando la contaminación del agua es principalmente un problema biológico, muchos países han dependido esencialmente de parámetros físico-químicos para evaluar la calidad del agua, reflejando estos las condiciones instantáneas del agua, es decir los resultados son puntuales en la dimensión cronológica y no revelan mucho de la evolución de una carga contaminante y la capacidad resiliente y amortiguadora de los ecosistemas acuáticos por lo tanto como alternativa a estos procedimientos se ha generado conocimientos y técnicas de biomonitorio basado en indicadores biológicos tales como micro flora y microorganismos, reflejando de esta manera información de la situación en el presente y el pasado⁸.

Actualmente el papel central de los macroinvertebrados es brindar información sobre la base de la energía del ecosistema, la salud relativa de la comunidad, diversidad de habitat y la disponibilidad de las clases apropiadas de alimento para sostener las poblaciones, son vistas como integradores de la información sobre la estructura y función del ecosistema, de corriente de agua así como de calidad de esta; además son excelentes organismos para la investigación por el uso de pruebas biológicas y químicas⁶.

Los microorganismos en el agua reflejan contaminación la misma que puede ser demostrada mediante técnicas muy sensibles por la detección en el agua de determinadas bacterias que están presentes en números muy elevados en el contenido intestinal del hombre y otros animales. La única prueba estatutaria vigente en Gran Bretaña y en otros muchos países del mundo es la "Prueba de la Determinación de Coliformes", generalmente consiste en el método del Número Mas

Probable (NMP) realizada en medio líquido. En consecuencia, cualquier cambio en los números normales de los organismos coliformes sería considerado significativo y merecedor de investigaciones⁹.

Un volumen importante del agua de los ríos en el mundo se origina por escummiento a través de áreas cultivadas. Este tiene una influencia alta sobre la calidad de las aguas si lo comparamos con el que proviene de la escorrentía de las cuencas con cobertura vegetal natural. Actualmente existe mucho énfasis en estudiar ríos impactados en regiones subtropicales y tropicales, para ello es necesario determinar que parámetros abióticos pueden utilizarse y evaluar el estado de los cuerpos de agua².

Uno de los protocolos para evaluar el "estado ecológico" basado en criterios ecosistémicos (macroinvertebrados, peces, macrófitos, bosque de ribera, etc.) es introducido en el texto normativo de la Directiva Marco del Agua (DMA) de la comunidad Europea¹⁰ y surge como un elemento clave de medida para el análisis de la calidad de los sistemas acuáticos, donde se integra una visión de su estado de salud. La medida del "estado ecológico" es un concepto que está en proceso de desarrollo y discusión; pero con la llegada de esta directiva, el concepto de calidad del agua se amplía notablemente, definiéndose como "una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales que se centra especialmente en la condición de los elementos biológicos del sistema"¹⁰.

La pérdida del estado ecológico natural se produce por diversas acciones tales como destrucción del habitat; cambios en el funcionamiento de los ecosistemas por contaminación (aumento de la temperatura, acidificación, aporte de sólidos en suspensión y de materiales orgánicos, pesticidas, nitratos, etc.); eutrofización por aportes de nutrientes (especialmente el nitrógeno y el fósforo) procedentes de cultivos, residuos domésticos o ganaderos; cambios de uso del territorio en la cuenca con aporte de sedimentos y

contaminación difusa, trasvases o derivaciones de agua¹¹.

La estructura y composición de las comunidades es fruto, de una serie de interacciones con la estructura y composición de los hábitats a lo largo del tiempo y del espacio, que permiten conocer el estado de eutrofización y/o contaminación de los mismos⁷.

El uso de especies o conjunto de "especies indicadoras" para la vigilancia ambiental, se asume en el sentido de que son el reflejo de las condiciones del medio, presencia que asegura que las condiciones mínimas de supervivencia han sido alcanzadas, mientras que la ausencia no necesariamente indica que estas condiciones no se cumplan¹².

La contaminación de las aguas en el Perú, se debe a que los ríos, lagos, lagunas y el mar sirven como punto de deposición final para la evacuación de las aguas residuales de las empresas, industrias, minas y domésticas¹³.

En el Perú los ríos más contaminados son en la cuenca del Mantara: El Mantara, el San Juan, el Huarón, el Carhuacayán, el Yauli y el Azulcocha; en la cuenca del Rimac: Los ríos Rimac y Aruri; los ríos Moche, Santa, Cañete, Pisco y Locumba y los ríos Huallaga, Hualgayoc y Huancapeta. En la costa el río más contaminado es el Moche y en la sierra el Mantaro en los que se están realizando esfuerzos para controlar la contaminación¹⁴.

El departamento de Amazonas se encuentra ubicado en el nororiente del país, en la ceja de selva, donde encontramos al río Utcubamba que tiene su cuenca colectora en las provincias de Chachapoyas, Luya y Utcubamba, formando en su curso superior el valle de Bagua. Sus aguas reciben residuos sólidos y líquidos de origen doméstico y agrícola que impactan la calidad microbiológica del agua¹⁵.

Según estudios realizados, el agua del río Utcubamba se encuentra impactado negativamente por los residuos sólidos y líquidos con una importancia de -42¹⁵, lo que representa un problema potencial para las poblaciones aledañas, sin embargo es necesario realizar además evaluaciones

físicoquímicas y biológicas lo que nos permitirá evaluar la calidad ecológica del agua y proponer alternativas para un manejo ambiental adecuado.

En la actualidad se está prestando atención a las relaciones complejas que se establecen entre el flujo natural de agua y su variabilidad anual sobre la estructura y organización de los factores físico-químicos, la vegetación ribereña y la microflora, expresados en la calidad ecológica del agua del río¹¹.

Los ríos están sufriendo un fuerte impacto sobre todo por las diferentes actividades antropogénicas por lo que determinar su calidad ecológica significa analizar el estado de salud a nivel total o parcial; estos estudios son necesarios para buscar alternativas de solución a la problemática de contaminación que sufren los ríos y que afecta también a la población, en ese sentido el objetivo de la presente investigación fue evaluar la calidad ecológica del agua del río Utcubamba en biológicos en Amazonas, Perú; durante el año 2009 con la finalidad de contribuir a la preservación del recurso hídrico.

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Material de estudio:

El material de estudio estuvo constituido por 21 muestras de agua del río Utcubamba colectadas durante tres muestreos (en los meses de mayo, agosto y noviembre), en siete estaciones de la Cuenca del Utcubamba.

2.2 Metodología, técnica e instrumentos:

2.2.1 Determinación de las estaciones de muestreo:

Se establecieron siete estaciones de muestreo: La primera (E1) en la naciente del río; la segunda (E2) en Yerbabuena; la tercera (E3) en Tingo viejo; la cuarta (E4) en Tingorbamba; la quinta (E5) en Pedro Ruiz; la sexta (E6) en el Milagro; la séptima (E7) en la desembocadura del río.

2.2.2 Medición de parámetros físicos-químicos:

Se utilizó botellas y frascos de vidrio donde se

recogieron muestras significativas de cada punto referido, midiendo los siguientes parámetros físicos como: temperatura, conductividad y parámetros químicos como: Oxígeno disuelto O₂ (mg/L); pH; DBO 5 (mg/L); Fosfatos (mg/L); Nitratos (mg/L); Nitritos (mg/L).

2.2.3 Determinación de las especies de microflora y macroflora:

Microflora:

En frascos de plástico, se tomaron diferentes muestras de agua específicamente de zonas con poca corriente, que contengan filamentos y natas; para el caso de aguas profundas se utilizaron redes de fitoplancton de tamaño 0.25 um.

Se realizaron preparados en fresco y se observaron al microscopio compuesto; se observó a menor y mayor aumento. Se utilizaron catálogos y claves taxonómicas, como también fotografías.

Macroflora:

Se tomaron ramas floríferas, hojas y ramas fértiles de las fanerógamas y criptógamas que se colocaron entre periódicos y así en la prensa botánica. Las colecciones se realizaron alrededor de los puntos designados, considerando 15 metros de la orilla hacia el bosque como flora ribereña.

Se realizó la comparación con especímenes herbarizados del Herbario de la Universidad Nacional de Trujillo (HUNT) y con ayuda de claves taxonómicas.

2.2.4: Evaluación del Nivel de Colit'ormes Totales y Fecales:

Se realizó tres muéstreos. En cada muestreo se colectó una muestra por estación, para ello se utilizaron botellas de plástico previamente desinfectados, de 500 ml con tapa rosca.

Las muestras de agua colectadas fueron llevadas al Laboratorio de Bioquímica y Microbiología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, para determinar el nivel de Coliformes Totales y Fecales, siguiendo la técnica del Numero Más Probable¹⁶.

2.2.5 Determinación de la calidad ecológica del agua del río Utcubamba:

La calidad ecológica del río Utcubamba se determinó en forma cualitativa considerando la calidad ecológica, en relación a la importancia de los parámetros físico químico y biológico, utilizando los criterios de naturaleza, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad, con valores comprendidos entre +/-52y 272⁹

RESULTADOS

Tabla 1: Parámetros físicos en las siete estaciones de muestreo establecidas en el río Utcubamba.

Estaciones de muestreo	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	Promedio
Parámetros físicos								
Temperatura del agua (°C)	12.8	15.2	17,4	17	19,2	20,2	19,8	17,4
Temperatura ambiental (°C)	25.8	28.7	32,6	27,7	30,2	30,5	29,3	293
Conductividad (mS)	0.30	0.30	0.20	0,30	1,30	1,10	1,20	0,67
Humedad (%)	43	31	29	33	41	32	34	34,7
Caudal (m ³ /s)	2.5	3.8	6	10	11	12	14	8.47

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Parámetros químicos en las siete estaciones de muestreo establecidas en el río Utcubamba.

Parámetros químicos (mg/L)	Estaciones de muestreo	I	II	III	IV	V	VI	VII
PH		8.2	9.4	9,3	8,4	8,4	9,7	9,9
Oxígeno disuelto		11	9	8	7	7	4	3
DBO ₅		<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Fosfatos		2,1	1,3	0,7	0,7	0,4	2,4	2,5
Nitratos		0,3	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,5
Nitritos		<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Determinación de las especies de microflora en la ribera del río Utcubamba

Grupo \ Estaciones de muestreo	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7
CYANOPHYCEAE							
<i>Joliannesbaptista pellucida</i>	X						
<i>Porphrosiphon notarissi</i>		X					
BACILLARIOPHYCEAE							
<i>Caloñéis sp.</i>					X		
<i>Cymbella cystula</i>				X			
<i>Cymbella minuta</i>					X		
<i>Cymbella sp.</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Diatoma vulgare</i>		X					
<i>Frustulia sp.</i>			X	X			
<i>Gomphonema acuminatum</i>	X	X		X			
<i>Gomphonema olivaceum</i>	X	X					
<i>Gomphonema ti-uncatum</i>			X				
<i>Gyrosima sp.</i>		X			X		
<i>Hannaea arcus</i>	X	X	X		X		
<i>Melosira varians</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Navícula sp.</i>		X	X	X	X	X	X
<i>Nitzschia sp.</i>	X	X	X				
<i>Pinnularia kneuckerii</i>				X			
<i>Stauroneis sp.</i>		X					
<i>Surirella sp.</i>		X		X	X		
<i>Synedra ulna</i>	X	X	X	X	X	X	X
CLOROPHYCEAE							
<i>Chlorococcum humicola</i>	X						
<i>Cosmarium botiytis</i>	X			X			
<i>Oedogonium sp.</i>	X						
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>					X		
<i>Spirogyra sp.</i>					X		
<i>Stigeoclonium sp.</i>	X	X		X			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Macroflora ribereña E-1. Naciente. Distrito Leimebamba. Provincia Chachapoyas.

N°	Nombre vulgar	Especie
1	aguaymanto/Tomate silvestre	<i>Physalis peruviana</i>
2	angosacha	<i>Mentzelia cordifolia</i>
3	berro	<i>Rorippa nasturtium</i>
4	cadillo	<i>Bidens pilosa</i>
5	cerraja	<i>Sonchus oleraceus</i>
6	chiclayo	<i>Cucurbita sincifolia</i>
7	culantrillo de poz	<i>Adiantum digitatum</i>
8	Diente de león	<i>Taraxacum</i>
9	eucalipto	<i>Eucalyptus</i>
10	fresa de campo	<i>Fragaria chiloensis</i>
11	grama dulce	<i>Cynodon dactylon</i>
12	Guayaba	<i>Psidium</i>
13	lancetila	<i>Alternant</i>
14	llantén	<i>Plantago</i>
15	llantén	<i>Plantago</i>
16	mala hierba	<i>Rumex conglomeratus</i>
17	marco	<i>Ambrosia peruviana</i>
18	matico	<i>Piper</i>
19	oreja de elefante	<i>Monstera deliciosa</i>
20	ortiga	<i>Urtica dioica</i>
21	pajuro	<i>Erythrina edulis</i>
22	penca	<i>Furcraea andina</i>
23	plátano	<i>Musa</i>
24	poleo	<i>Mentha pulegium</i>
25	salvia azul	<i>Salvia</i>
26	sangre de grado	<i>Croton baillonianus</i>
27	shisca	<i>Baccharis cinica</i>
28	Solmansacha	<i>Ranunculus</i>
29	suelda con suelda	<i>Phoradendrum punctatum</i>
30	tabaco	<i>Nicotiana</i>
31	trébol	<i>Trifolium repens</i>
32	zarsamora	<i>Rubus roseus</i>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Macroflora ribereña E-2. Yerba buena. Distrito Chachapoyas. Provincia Chachapoyas

N°	Nombre vulgar	Especie
1	álamo	<i>Populus monilifera</i>
2	angocasha	<i>Mentzelia cordifolia</i>
3	chiclayo	<i>Cucurbita sincifolia</i>
4	chirimoya	<i>Annona cherimola</i>
5	hierba buena	<i>Mentha viridis</i>
6	higuerilla	<i>Ricinus communis</i>
7	huacatay	<i>Tajetes minuta</i>
8	llantén	<i>Plantago lanceolata</i>
9	llantén	<i>Plantago major</i>
10	marco	<i>Ambrosia peruviana</i>
11	penca	<i>Furcraea andina</i>
12	salvia azul	<i>Salvia macrophylla</i>
13	tara	<i>Ceasalpinia spinosa</i>
14	uña de gato	<i>Uncaria tomentosa</i>
15	verbena	<i>Verbena litoralis</i>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Macroflora ribereña E-3. Tingo Viejo. Distrito Tingo. Provincia Luya.

Nº	Nombre vulgar	Especie
1	achira	<i>Canna edulis</i>
2	álamo	<i>Populus monili fera</i>
3	aliso	<i>Alnus acuminata</i>
4	angocasacha	<i>Mentzelia cordifolia</i>
5	carrizo	<i>Arundo demax</i>
6	cola de caballo	<i>Equiselum giganteum</i>
7	guayaba	<i>Psidium gua/ava</i>
8	higuerilla	<i>Ricinus communis</i>
9	huarango	<i>Acacia macracantha</i>
10	maíz	<i>Zea mays</i>
11	pájaro bobo	<i>Tessaria integrifolia</i>
12	poleo	<i>Mentha pulegium</i>
13	sauce	<i>Salis chilensis</i>
14	shisca	<i>Baccharis eh ilea</i>
15	tara	<i>Ceasalpinia spinosa</i>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Macroflora ribereña E-A. Tingorbamba. Distrito Chachapoyas. Provincia Chachapoyas.

Nº	Nombre vulgar	Especie
1	buenastardes	<i>Mirabilis jalapa</i>
2	carrizo	<i>Arundo demax</i>
3	chirimoya	<i>Annona cherimola</i>
4	farolitochino	<i>Malvaviscus arbareus</i>
5	guaba	<i>Inga feuillei</i>
6	huarango	<i>Acacia macracantha</i>
7	marco	<i>Ambrosia peruviana</i>
8	naranja	<i>Citrus aurantum</i>
9	penca	<i>Furcaraea andina</i>
10	san pedro	<i>Echinopsis pachanoi</i>
11	shisca	<i>Baccharis chilca</i>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Macroflora ribereña E-5. Pedro Ruiz. Distrito Pedro Ruiz. Provincia Bongará.

Nº	Nombre vulgar	Especie
1	angocasha	<i>Mentzelia cordifolia</i>
2	buenas tardes	<i>Mirabilis jalapa</i>
3	carrizo	<i>Arundo demax</i>
4	chiclayo	<i>Cucurvita sinci folia</i>
5	farolitochino	<i>Malvaviscus arbareus</i>
6	guaba	<i>Inga feuillei</i>
7	guayaba	<i>Psidium guajava</i>
8	hierba mora	<i>Solanum americanum</i>
9	hierba santa	<i>Cestrum auriculatum</i>
10	higuerilla	<i>Ricinus communis</i>
11	hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i>
12	huarango	<i>Acacia macracantha</i>
13	marco	<i>Ambrosia peruviana</i>
14	naranja	<i>Citrus aurantum</i>
15	nispero	<i>Eryidothria japónica</i>
16	palta	<i>Persea americana</i>
17	penca	<i>Furcraea andina</i>
18	plátano	<i>Musa paradisiaca</i>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Coliformes totales y fecales según la técnica del número más probable en las siete estaciones de muestreo.

Estaciones de muestreo	I	II	III	IV	V	VI	VII
Coliformes (NMP/ml)							
Totales	<3	23	=1100	15	=1100	=1100	=1100
Fecales	<3	=1100	=1100	=1100	=1100	=1100	=1100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Determinación cuantitativa de la importancia ambiental de los parámetros fisicoquímicos y biológicos según criterios de impacto antropogénico.

Parámetros	FÍSICOS	QUÍMICOS	BIOLÓGICOS
Naturaleza	-	-	-
Intensidad	1	1	2
Extensión	4	4	4
Momento	2	2	2
Persistencia	4	4	4
Reversibilidad	2	2	2
Sinergia	2	2	2
Acumulación	1	1	4
Efecto	1	1	4
Periodicidad	1	2	4
Recuperabilidad	1	1	2
IMPORTANCIA	-25	-26	-38

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Determinación de la calidad ecológica del agua del río Utcubamba en relación a la importancia ecológica de los parámetros fisicoquímicos y biológicos.

IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE PARAMETROS			TOTAL	CALIDAD ECOLÓGICA
Físicos	Químicos	Biológicos		
-25	-26	-38	-89	-178

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los valores de calidad ecológica para esta investigación están comprendidos entre +/- 52 y 272° .

DISCUSIÓN

El departamento de Amazonas cuenta con una variedad de flora y fauna así como también gran cantidad de cuerpos de agua entre ellos, el río Utcubamba, el cual recorre las provincias de Chachapoyas, Luya, Bongará, Utcubamba y Bagua, encontrándose en la mencionada trayectoria, elementos y actividades que impactan su calidad ecológica.

El estudio de la calidad ecológica del río Utcubamba se realizó en siete estaciones de muestreo donde se evaluaron características fisicoquímicas y biológicas, los resultados obtenidos nos permiten identificar algunas características determinantes para esta condición. En primer lugar debemos diferenciar los factores ambientales extrínsecos, es decir los que condicionan en gran medida el comportamiento de los componentes internos, como: temperatura, humedad, nubosidad, pluviosidad, entre otros. La variación de estos factores, dependiendo de las estaciones climáticas puede también originar que varíen las características en todos los componentes evaluados.

El estudio de los parámetros físicos tales como temperatura, conductividad, humedad y caudal (Tabla 1), en el río Utcubamba reviste importancia por las condiciones favorables o desfavorables que pueden impactar en el hábitat de los seres vivos. De estos factores físicos es importante resaltar la variación creciente del caudal, obviamente por condiciones de nacimiento en la localidad de Leimebamba, con 2.5 m³ con origen de filtración, que ya es un volumen considerable, hasta llegar a las 14 m³ en su desembocadura (Tabla 1). Con esta variación de caudal también se va incrementando la temperatura, condición que va proporcionando mejores condiciones para el desarrollo de diferentes organismos, no sólo aquellos autóctonos del medio acuático, sino también a los macrófitos de orilla. Es importante también resaltar el nivel de variación de la conductividad, que evidencia la incorporación de electrolitos o

iones a medida que el río recorre aguas abajo; se considera que estos valores están directamente asociados a los factores inherentes de arrastre que los cuerpos de agua realizan en sus recorridos extrayendo elementos del suelo.

Los factores extrínsecos y que incluso determinaron la selectividad de las estaciones de muestreo, es la cercanía de los centros poblados, ya que estos en su totalidad vierten sus efluentes sin ningún tratamiento directamente al río. La incorporación de materia orgánica y consecuentemente la modificación del pH puede propiciar las condiciones adecuadas para el desarrollo de organismos indicadores de contaminación o de uso de las fuentes de agua, tal es el caso de la presencia de algunas *Cyanophytas* y *Bacilliarophytas*. (Tabla 3).

Los valores que exceden los límites permisibles para parámetros químicos como pH, oxígeno disuelto, DB05, fosfatos, nitratos y nitritos (Tabla 2) indican actividad antropogénica que impacta de manera negativa, encontrando en nuestro estudio que en las diferentes estaciones de muestreo los valores de nitratos superan los límites permisibles (Tabla 2).

Si bien es cierto los parámetros químicos evaluados pueden indicar en su mayoría presencia de actividad antrópica, no podemos dejar de considerar que factores como los nitratos y nitritos, también pueden ser incorporados de manera natural a las fuentes de agua por características edafogeológicas, pero en general se asocian, como ya se dijo, a presencia humana, como la lixiviación o infiltración de depósitos de residuos sólidos.

Otro parámetro estudiado para determinar la calidad ecológica del río Utcubamba fue la microflora, específicamente algas (Tabla 3). Las algas por lo general organismos microscópicos acuáticos, son capaces de indicar la calidad del agua gracias a su sensibilidad a los cambios del medio en que viven, por tanto se convierten en un referente del estado ecológico de cualquier sistema acuático¹⁸.

Una de las características más

importantes de las algas es su capacidad depuradora del medio ambiente ya que a través del proceso de fotosíntesis incorporan oxígeno, contribuyendo de esta manera a la oxidación de la materia orgánica, por un lado y por el otro a aumentar el oxígeno disuelto en el agua, el cual será utilizado por las otras comunidades de organismos que componen la flora y fauna del medio acuático donde viven, en este estudio se encontró 26 especies algales (Tabla 3).

El estudio de la macroflora ribereña también reviste importancia por la riqueza de flora entre ellas plantas medicinales, ornamentales, industriales, entre otras. De las siete estaciones de muestreo en la estación E-I se encontraron mayor cantidad de especímenes vegetales registrándose un total de 32 especies. (Tabla 4), en segundo lugar está la estación E-5 con 18 especies (Tabla 8), le sigue las estaciones E-2 y E-3 con 15 especies cada una de ellas (Tablas 5 y 6) y finalmente la estación E-4 con 11 especies. (Tabla 7).

Respecto al estudio microbiológico a las bacterias denominadas coliformes se les considera como indicadores de contaminación fecal en el control de calidad del agua destinada al consumo humano en razón de que en los medios acuáticos los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y por que su origen es principalmente fecal. Por tanto, su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura. Así mismo su número en el agua es proporcional al grado de contaminación fecal, mientras más coliformes se aíslan del agua, mayor es la gravedad de la descarga de heces¹⁷.

En las siete estaciones de muestreo se encontró diferentes valores de bacterias coliformes totales siendo la menos impactada la estación E-I y categorizada según la Ley general de Aguas como tipo 1, que corresponde a aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección. (Tabla 9).

En relación al párrafo anterior en las estaciones de muestreo E-3, E-5, E-6 y E-7 los

valores de coliformes totales es mucho mayor a 1100 NMP/ml. lo que permite categorizarlas como tipo II, III, IV y VI, lo que correspondería a aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y cloración; aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales, aguas de zonas recreativas de contacto primario y aguas de zonas de preservación de fauna acuática y pesca recreativa o comercial respectivamente.

En relación al número de coliformes fecales se encontró que todas las estaciones superan los límites máximos permisibles para aguas de categoría I (Tabla 9).

En cuanto a la importancia ambiental de los parámetros físicos, químicos y biológicos se encontró que están impactados negativamente, valorándose con -25, -26 y -38 respectivamente, esto se debe a las acciones antrópicas en la cuenca del río Utcubamba (Tabla 10).

Después de analizar los diferentes parámetros físicos, químicos y biológicos y realizar la determinación cuantitativa de la importancia ambiental (Tabla 11), se encontró que dentro de los valores +/- 52 a 272, la calidad ecológica del agua del río Utcubamba es -178, lo que indica que las actividades antropogénicas están impactando negativamente lo cual es recuperable a mediano plazo.

CONCLUSIONES

La calidad ecológica del agua del río Utcubamba en relación a parámetros fisicoquímicos y biológicos está valorado en -178, utilizando criterios de naturaleza, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, acumulación, efecto, periodicidad y recuperabilidad, en un rango comprendido entre +/-52 y 272.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sánchez, E. Problemas Ambientales.

- Universidad Inca Garcilazo de la Vega. Lima, Perú. 2002. 165 pp.
2. Domínguez, E. y H. Fenández. Calidad de los ríos de la cuenca del Salí medida por un índice biótico. Serie Conservación de la Naturaleza N° 12. Fundación Miguel Lillo. Tucumán. Argentina. 1998. 39 pp.
 3. Dongo, P. Problemática Ambiental de la Libertad En: Ecología y Medio Ambiente Regional. Centro de Estudios Socioeconómicos del Norte. 2005. 8-9 pp.
 4. Grant, W. Microbiología Ambiental. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1989. 222 pp.
 5. Malea, L. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de contaminación por metales pesados en el río Moche. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias con Mención en Gestión Ambiental. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. 1998. 98 pp.
 6. Balmaceda, J. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad de agua en el río Chicama, Regiones La libertad-Cajamarca. Perú. Tesis para optar el grado académico de Doctor en Medio Ambiente. Programa de Doctorado en Medio Ambiente, Escuela de Postgrado. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. 2007.
 7. Norris, R. y C. Hawkins. Monitoring river health. *Hydrobiology* 2000. 435:5-17.
 8. Alva- Tercedor, J. Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basada en el de Hellawell (1978). *Limnética* 2001.4:51-56.
 9. Canter, L. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. 2da ed., edit. Mac Graw-Hül. Madrid, España. 1998. 841 pp.
 10. European Commission. Overall approach to the classification of the Ecological Status and Ecológica! Potential. Water Framework Directive. Common Implementation Strategy. Working Group 2A. Ecological Status (ECOSTAT). 27 de November 2003:47 pp.
 11. Medina, C. Estado ecológico del río Chicama. Regiones la Libertad y Cajamarca. Perú. 2006. Tesis para optar el grado de Doctor en Medio Ambiente. Universidad nacional de Trujillo. Trujillo, Perú. 2007. 107 pp.
 12. Johnson, R.; T. Wiederholm y D. Rosenberg. 1993. Fresh water monitoring using individual organisms populations and species assemblages of benthic macroinvertebrates. En: Rosenberg. D. y V. Resh (editores). Fresh water biomonitoring and benthic macroinvertebrates. Chapman y Hall. New York. 1993. 40-158 pp.
 13. Montalvo, C. y A., Nakamura. Informe de la Comisión de Servicio a la Planta Concentradora de Shalipayco. MEM. DAA. Lima, Perú. 1986. 9p.
 14. CEPIS. Calidad Sanitaria de las Fuentes de Agua. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia del Ambiente. 2001. Disponible en: www.cepis.ops-oms.org; accesado el 15/02/05.
 15. García, F. y J. Mostacero. Impacto de los Residuos Sólidos y Líquidos en la Calidad Microbiológica del Agua del Río Utcubamba, Amazonas. Perú; 2005. *SCIÉENDO* 10. 2007 (1): 35-43.
 16. Rubio, M. Lecciones de Microbiología y Medios de Cultivo. Manual de Laboratorio. 4ta ed., Ediciones laborales SRL. Lima, Perú. 1995. 200 pp.
 17. Rodríguez, R. Perspectivas del medio ambiente mundial. Edit. Mundi Prensa. Vivendi Enviroment. Annual Report. PNUMA. 2005.
 18. Lujan, A. Calidad ecológica. *Interciencia*. UNRC. Río Cuarto 4(4). Facultad de Ciencias Exactas. Departamento de Ciencias Naturales, UNRC, Córdoba, Argentina. 2006.

Correspondencia:

Flor Teresa García Huamán

Dirección:

Jr. La Merced 382 - Chachapoyas

Teléfono: Cel. 979152435**E-mail:** florgh242@hotmail.com