

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE LOS RÍOS DE LAS CUENCAS PEREJIL, CABALLO MORO Y CHUYUGUAL, EN EL ALTO CHICAMA. LA LIBERTAD. 2008**Physical and chemical characterization of river basin Perejil, Caballo Moro and Chuyugual in the Alto Chicama. La Libertad. 2008**Medina-Tafur, César¹, Hora, Manuel², Pereda, Walter², Gabriel, Ronal², y Asencio, Ivonne³**RESUMEN**

En la actualidad muchos de los ríos del Perú, son utilizados como depósito final de la evacuación de aguas residuales de las empresas industriales, mineras y domésticas. Encontrándose notablemente modificadas en sus características fisicoquímicas y en un estado de degradación general. La presente caracterización hidroquímica se realizó en las cuencas Perejil, Chuyugual y Caballo Moro (2330 y 4090 msnm, y E: 0792130 y 0815570 N: 9111590 y 9140160 UTM), en La Libertad, entre agosto y octubre del 2008, como parte del programa de monitoreo de estas cuencas (2008-2009) establecido por el Convenio UNT-AMAS-2008. En total se establecieron 18 estaciones de muestreo, con 6 estaciones control y 12 estaciones problema, evaluándose los parámetros físicos químicos como: caudal (L/seg), temperatura (°C), pH, conductividad eléctrica (uS/cm), oxígeno disuelto (mg/l), nitritos (mg/l), nitratos (mg/l), amonio (mg/l), fosfatos (mg/l), color aparente (Unidades PCU). Respecto a la temperatura y el color aparente, los valores de comparación no se encuentran en nuestra legislación; el pH, nitratos y conductividad eléctrica cumplen con lo establecido en el DS 002-2008-MINAM. Los nitritos, nitrógeno amoniacal y los fosfatos evidencian contaminación inorgánica, por descargas de aguas con residuos detergentes y abonos orgánicos y las concentraciones de nitrógeno amoniacal sobre el límite permisible, está íntimamente relacionado con descargas recientes de desagües y también es un indicador de contaminación. En general estos ríos, están siendo alteradas en su condición físico-químico y este cambio se debería a influencias antrópicas, como las actividades extractivas establecidas en la superficie (minería), la ganadería y la agricultura, así como a la mala disposición de las aguas residuales de los centros poblados.

Palabras Clave: Ríos, Caracterización, Parámetros Físico químicos.

ABSTRACT

At present many of the rivers of Peru, are used as final deposit of the evacuation of waste water of industrial enterprises residual, miners companies and you domesticate. Being notably are modified in his characteristics physical chemistries and in a state of general degradation. Present it characterization physicist - chemist realize in the basins Perejil, Chuyugual and Caballo Moro (2330 and 4090 msnm, and E: 0792130 and 0815570 N: 9111590 and 9140160 UTM), in the Libertad, between august and October of the 2008, as report of the program of monitoring of these basins (2008-2009), established by the Agreement UNT-AMAS-2008. In whole 18 stations of sampling were established, with 6 stations control and 12 stations problem, there being evaluated the physical chemical parameters as: wealth (L/seg), temperature (°C), pH, electrical conductivity (uS/cm), I become oxygenated disuelto (mg/l), nitrites (mg/l), nitrates (mg/l), ammonium (mg/l), phosphates (mg/l), apparent color (Units PCU). With regard to the temperature and the apparent color, the values of comparison are not in our legislation; the pH, nitrates and electrical conductivity expire with the established in the DS 002-2008-MINAM. The nitrites, ammonia nitrogen and the phosphates demonstrate inorganic pollution, for water unloads with detergent residues and organic and the concentrations of ammonia nitrogen on the permissible limit, it is intimately related to recent unloads of outlets and also it is an indicator of pollution. In general these rivers, physicist - chemist are being altered in his your condition and this change should to influences antrópicas, as the activities extractives established in the surface (mining industry), the ranching and the agriculture, as well as to the bad disposition of the waste water of the populated centers.

Key word: River, Characterization, Parameters Physicist - Chemistry.

Presentado el 17.03.09 aceptado 08.11.2013

1. Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Ciencias Biológicas.
2. ONG. AMAS. Asociación Marianista de Acción Social.
3. Universidad Cesar Vallejo – Trujillo. Facultad de Ciencias.

INTRODUCCION

La degradación de los recursos acuáticos es motivo de preocupación del hombre en la última década, es por esta razón, que existe un creciente interés por conocer y proteger los ecosistemas fluviales y estudiar sus cambios en el tiempo, estimar el efecto y magnitud de las intervenciones humanas⁵. El componente agua es una parte del ecosistema acuático en el que se desarrollan una serie de comunidades vivas que dependen de las características fisicoquímicas del mismo y pueden verse notablemente modificadas al ser alteradas¹.

Numerosos ríos ya están siendo alterados en su capacidad físico-químico y biológico; así podemos citar el río Rimac^{2,3}; Santa Catalina^{4,5}; Cañete^{6,7}; Ilo⁸; Laguna Yanacocha⁹; Moche^{10,11}; Chicama (cuenca baja)¹²; Siendo muchos de ellos utilizados, como depósito final de la evacuación de aguas residuales de las empresas industriales, mineras y domésticas⁹. En la actualidad las riberas de los ríos del Perú se encuentran en un estado de degradación general, cuyas perturbaciones de su estado natural refleja en buena medida el régimen hídrico que prevalece¹².

El mayor número de cuencas importantes del Perú, se encuentran bajo las incidencias climáticas del Pacífico, caracterizado por presentar diversas unidades bio-climáticas y una gran variedad ecológica, acondicionada por la complejidad del relieve y el clima que varían desde zonas desérticas hasta per-húmedas¹². En general, en las cuencas bajas del pacífico, las precipitaciones son escasas, menos de 200 mm. anual, y se presentan casi siempre en los meses de verano; pero pueden ser muy intensas durante la presencia de El Niño. El resto del año, el área se encuentra libre de precipitaciones, mientras que en las partes altas llueve durante todo el año, con intensas precipitaciones durante los meses de enero a abril que disminuyen hasta valores mínimos entre mayo a setiembre y vuelven a incrementarse a partir de octubre, iniciándose el año hidrológico, en este mes, con las primeras lluvias, siguiendo un periodo de descargas altas desde noviembre hasta abril y otro de descargas bajas o estiaje de mayo a setiembre.^{12,13}. La temperatura y niveles de humedad también muestran una alta diversidad, desde las típicas de clima caluroso y seco a nivel del mar, hasta las frías y húmedas de Jalca¹³.

Aún son escasos los estudios que analizan las características físico químicas de los ríos de las cuencas del norte del país, con dinámicas hidrológicas complejas con ríos con altas descargas y otros con bajas descargas bajas o en estiaje, y cuyas características hídricas de sus diversos tributarios están en función de las condiciones climáticas, siguiendo el patrón de las precipitaciones, las cuales son responsables de la presencia de ríos y riachuelos continuos, temporales, periódicos y ocasionales. Es decir, de la diferenciación de periodos secos y

húmedos tan marcados en el año hidrológico del norte del Perú y de arrastrar sedimentos desde fuentes difusas y de zonassometidas a perturbaciones de distinta magnitud, cuyanaturaleza química del agua, no es uniforme entre aguas de arriba y las más cercanas al nivel del mar¹².

Estos factores concretos como la composición y la cantidad de precipitación, caída en la cuenca, la geología de la cuenca y la solubilidad de las rocas o materiales, los suelos, la vegetación terrestre, los procesos de evaporación, los procesos biológicos y, finalmente la contaminación o vertidos de origen humano, son los que influyen sobre la composición química del agua. Precisándose que la contaminación orgánica y la eutrofización son los problemas ambientales más frecuentes y graves de cursos fluviales, en particular en países donde el tratamiento de los desechos domésticos suele ser insuficiente¹⁴, como el nuestro. La importancia de cada uno de estos factores frente al resto y la magnitud con que va a afectar a las características finales del medio acuático, son las que van a determinar el tipo de ecosistema frente al que nos hallemos¹⁵.

Recientemente en nuestro país, para la evaluación de la calidad del agua según criterios físico-químicos y biológicos, se viene aplicando los estándares nacionales de Calidad Ambiental del Agua, exigidos en el Decreto Supremo 002-2008. MINAM¹⁶, que aun se encuentra sin su reglamentación. En este sentido, la caracterización fisicoquímica y su relación con los factores ambientales que la determinan, ha de tenerse en cuenta en los estudios de ecología fluvial de los ríos de nuestra región, como base para su mejor entendimiento.

Las cuencas Perejil y Caballo Moro pertenecen a la hoya hidrográfica del pacífico y Chuyugual a la hoya hidrográfica del atlántico, en la región La Libertad, en el norte del Perú. Perejil nace a la altura del sector tres amigos (laguna Pozo Hondo) a 3900 msnm aproximadamente, esta cuenca se extiende hasta la unión con la quebrada Parangurán, cerca al poblado de Chaclapampa a una altura de 1750 msnm, y da origen al río alto Chicama. Caballo Moro tiene sus orígenes en el complejo de lagunas (Tres lagunas verdes, los Ángeles, el Toro y la Julia) entre los 4090 m.s.n.m. Chuyugual nace sobre los 4230 msnm a la altura del sector Quesquenda/Vira vira en la laguna Negra e inicia su recorrido formando el río Chuyugual, hasta llegar a las aguas del marañón pasando por el valle de Condebamba, esta cuenca termina en el río Sanagorán a 3140 msnm (cerca al poblado Sanagorán).

El objetivo del presente trabajo es caracterizar a partir de sus parámetros físicos y químicos, en puntos referencia sin y con actividades antrópicas, las cuencas Perejil, Caballo Moro y Chuyugual. La Libertad. 2008, como parte del programa de monitoreo de estas cuencas (2008-2009) con un enfoque físico-químico y biológico integrado,

establecido por el Convenio UNT-AMAS-2008, y a partir de los resultados obtenidos establecer una tipología básica de los ríos del alto Chicama, como herramienta para su gestión.

MATERIAL Y METODOS

El área de estudio se ubica entre los 2330 y 4090 msnm., de la región La Libertad. La cuenca Perejil tiene entre sus principales afluentes al río Canibamba, quebrada Huacamochal y quebrada la Fundación, con diecinueve (19) poblaciones, con un aproximado de 3000 habitantes, que se ven influenciadas de manera directa e indirecta por el paso del agua del Río Perejil, río principal que le da el nombre a la cuenca. La cuenca Caballo Moro, influye sobre las actividades de veintiún (21) comunidades (entre las principales) que hacen alrededor de 1700 campesinos los que se dedican prioritariamente a la agricultura y la ganadería, la cuenca concluye su recorrido en la unión del río San Antonio con la quebrada Chacomas (Altura del poblado Chacomas a 2800 m.s.n.m aproximadamente); destacan entre sus principales afluentes la quebrada Peña el Pájaro, quebrada Alto la Flor, río Chacomas, etc. Las aguas de esta cuenca finalmente confluyen formando parte de la cuenca del Santa. La cuenca Chuyugual contribuye con las actividades de diecisiete (17) comunidades, con un aproximado de 2000 pobladores, que dependen de estas aguas. Entre sus principales afluentes destacan la quebrada Vira vira, quebrada el Salitre, quebrada Laguna Negra, quebrada Quishuar, río Caracmaca. Las extensiones de terreno son mayoritariamente pajonales, en las partes altas de las cuencas (nacientes), pero la agricultura que se practica está

orientada al cultivo de papa, maíz y trigo; además se conserva plantas nativas de la zona resaltando los quenuales y quishuares, en el nivel altitudinal comprendido entre 2700 y 3700 m.s.n.m; también presenta plantaciones de especies introducidas como *Eucalyptus globulus* (Eucalipto) y *Pinus radiata* (pino). Con ganadería de auquénidos (alpacas), ovinos, porcinos y bovinos y crianza de aves de corral para autoconsumo.

La presente investigación se realizó en dos salidas de muestreo en el año 2008 (16 y 17 de agosto y 18 y 19 de octubre) en 18 estaciones de muestreo, distribuidas en el curso principal del río, como en sus principales afluentes (Figura 2) ubicadas en sectores representativos, en términos de altitud, distancia e influencia de actividad antrópica y por la trama de caminos rurales que facilitaron el acceso a las estaciones de muestreo, previamente reconocidos y en los cuales se establecieron estaciones de referencia (sin influencia aparente antrópica) y estaciones problema (influenciados por actividades antrópicas) en un primer recorrido por las cuencas (23, 24 y 25 de junio) y georeferenciadas en UTM (Unities Translators Mercator) (Tabla I), con un GPSMAP (Geographical Possession Spatial) MODELO 60CSX, marca Garmin. Cada estación de muestreo estuvo conformada por un trecho del río, en la cual se evaluaron los parámetros físico-químicos del agua.

El flujo metodológico general comprende 06 etapas y son las siguientes: Revisión bibliográfica, reconocimiento y determinación de los estaciones de muestreo, toma de muestras y determinación in-situ de algunos parámetros, matrices básicas de datos, resultados y análisis.

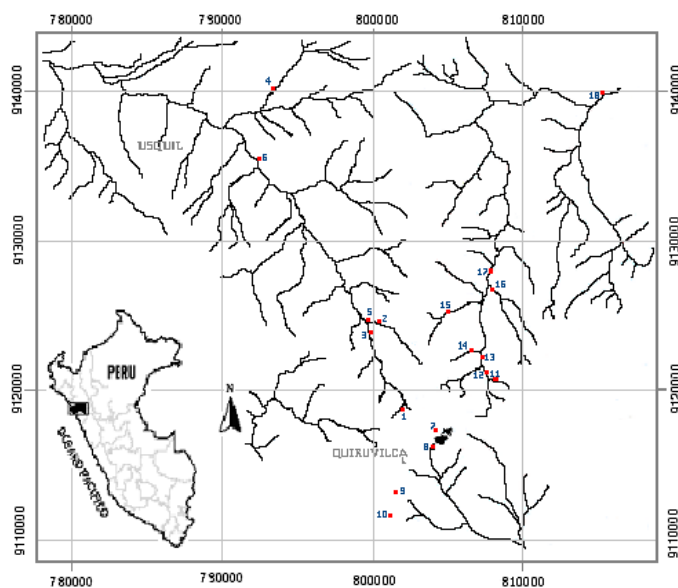


Fig.1: Ubicación de las estaciones de muestreo, en las cuencas Perejil, Caballo Moro y Chuyugual, en el Alto Chicama. La Libertad. 2008.

Tabla 1: Ubicación georeferenciadas de las estaciones de muestreo, en las cuencas Perejil, Caballo Moro y Chuyugual, en el Alto Chicama. La Libertad. 2008

PM	DESCRIPCION DE LA ZONA DE MUESTREO	Ubicación Geográfica UTM		Altura m.s.n. m.	
		E	M		
El Perejil	01 (EC)	Quebrada a 30 mts antes del encuentro con la naciente del río perejil	0802075	9119034	3973
	02 (EP)	Rio negro, 300 mts antes del encuentro con el río perejil	0800128	9124502	3489
	03 (EP)	Rio Perejil, a la altura del canal El Grillo 2 a canibamba	0799661	9124182	3440
	04 (EC)	Rio Huacamochal, altura de bocatoma canal Chambuc	0793512	9140160	2330
	05 (EP)	Rio Perejil, 50 mts despues del encuentro con el río negro	0799558	9124484	3430
	06 (EP)	Rio Chicama, altura de fundición Siguis-canal de riego	0792130	9135442	1990
El Caballo Moro	07 (EP)	Laguna verde con pequeño islote, Cabecera de cuenca el caballo moro	0804114	9117508	4090
	08 (EP)	Efluente de la laguna El Toro, Naciente de cuenca El Caballo Moro	0803850	9116298	4070
	09 (EC)	Quebrada Chachamudal, sector las pajillas, a 250 mts de la carretera	0801278	9113730	4030
	10 (EC)	Quebrada, sector tres cruces, a 400 mts del cerro la encalada	0801087	9111590	4008
El Chuyugual	11 (EC)	Quebrada vira vira, tributario a 650 mts del rio chuyugual	0807665	9120532	3836
	12 (EP)	Río Chuyugual, a 20 mts antes del encuentro entre quebrada negra y el río chuyugual	0806894	9121532	3763
	13 (EP)	Rio Chuyugual, 40 m del encuentro entre la quebradas Quishuar sur y Chuyugual	0806682	9122214	3680
	14 (EP)	Quebrada Quishuar norte, afluente del río chuyugual, arriba de la carretera al sauco.	0806799	9122982	3600
	15 (EP)	Quebrada las vizcachas, afluente al río chuyugual, arriba del cruce carretera el sauco.	0806635	9125502	3484
	16 (EC)	Afleunte del río chuyugual, peña el salitre a 100 mts de la unión con el río chuyugual.	0807360	9126716	3363
	17 (EP)	Río Chuyugual a 500 mts del poblado el chuyugual, debajo del puente.	0807304	9127134	3337
	18 (EP)	Rio caranmaca, altura sanagorán, 10 mts arriba del puente	0815570	9140000	2690

EM = Estaciones de muestreo.
(Problema)

EP: Estaciones influenciados por actividades antrópicas

UTM = Universal Transverse Mercator
(Control)

EC: Estaciones no influenciados por actividades antrópicas

En terreno (*in situ*) se realizó la toma de los parámetros físicos químicos como: Nitritos (mg/l), Nitratos (mg/l), Amonio (mg/l), fosfatos (mg/l), Color aparente (Unidades PCU), y el oxígeno disuelto (mg/l) utilizando Fotómetro Multi-parámetro HANNA C-200; además del pH y conductividad eléctrica (uS/cm) con un equipo HANNA modelo HI 73127; la temperatura se obtuvo de los equipos anteriores cuyo cálculo viene integrado.

El cálculo de caudal se obtuvo, como resultado del producto entre la media de varias secciones del río (expresado en m²) y la velocidad media del agua (que se expresó en m/s). Finalmente el caudal aproximado se obtuvo multiplicando la sección media (m²) por la velocidad superficial (m/s) y por el factor de 0.8^{12, 17}.

Todos los resultados obtenidos se compararon con los estándares nacionales de calidad ambiental del agua, establecidos en el Decreto Supremo 002-008-MINAM¹⁶.

RESULTADOS

Tabla 2. Parámetros físico-químicos *in situ* realizados entre los meses de agosto y octubre del 2008, en 06 estaciones de monitoreo (estaciones control) en las tres cuencas sin influencia de actividades antropicas.

EM	T °C	pH Unid	Color apart PCU	Caudal L/seg.	Amonio mg/L	Nitratos mg/L	Nitritos m/L	Fosfatos mg/L	Oxigeno disuelto mg/L	Conductividad uS/cm
1	10.8	8.1	30.0	---	---	4.3	0.0	0.9*	5.4	218.8
4	17.0	8.4	0.0	---	0.10*	1.1	0.0	0.5*	7.6	27.8
9	5.7	6.8	26	0.5	0.18*	5.0	0.0	2.2*	5.7	49.8
10	6.2	7.2	0.0	0.6	0.02*	1.2	24.0*	1.0*	5.2	64.5
11	8.5	6.6	---	---	---	1.0	0.0	0.54*	7.8	54.5
16	12.1	7.1	---	38.0	---	0.0	0.0	0.24	7.74	75.4

(---) Estos parámetros no se lograron medir.

(*) Valores que están sobre el límite permisible establecidos en los estándares nacionales de calidad ambiental del agua. Decreto Supremo 002-2008-MINAM.

Tabla 3. Parámetros físico-químicos *in situ* realizados entre los meses de agosto y octubre del 2008, en 12 estaciones de monitoreo (estaciones problema) en las tres cuencas con influencia de actividades antrópicas.

EM	T °C	pH Unid	Color apart PCU	Caudal L/seg.	Amonio mg/L	Nitratos mg/L	Nitritos m/L	Fosfatos Mg/L	Oxigeno disuelto mg/L	Conductividad uS/cm
2	6.0	5.6	24.0	---	1.8*	4.4	43.0*	1.1*	5.6	87.6
3	12.8	7.7	74.0	---	---	3.8	0.0	8.0*	4.7	199.6
5	8.3	6.5	482.0	---	0.33*	6.6	2.0*	0.4	5.5	118.4
6	21.3	7.6	> 550	3000.0	0.20*	0.8	2.0*	0.0	232.2
7	12.9	4.9	119.0	---	0.51*	0.0	2.0*	0.0	4.5	15.3
8	12.1	5.6	5.0	---	0.11*	0.7	0.0	3.0*	4.3	63.1
12	14.8	7.05	---	---	---	1.7	0.01	1.37*	6.28	175.1
13	11.5	6.79	---	---	---	1.5	0.01	1.18*	7.2	172.3
14	10.7	6.9	---	54.5	---	1.1	0.0	2.75*	6.2	39.2
15	11.4	6.45	---	---	---	1.3	0.0	1.06*	7.1	45.8
17	11.9	6.82	---	804.24	---	0.6	0.01	0.68*	7.3	210.4
18	20.4	7.6	---	6500.0	---	0.5	0.0	1.05*	5.9	198.7

(---) Estos parámetros no se lograron medir.

(....) No se midió por contener elevada carga de materia orgánica que podría haber dañado el equipo.

(*) Valores que están sobre el límite permisible establecidos en los estándares nacionales de calidad ambiental del agua. Decreto Supremo 002-2008-MINAM.

Los estaciones control en las cuencas monitoreadas muestran los siguientes valores para los parámetros físicos evaluados, como: Temperatura (°C): el máximo valor del parámetro es de 17.0 °C en la estación 4 que corresponde a la cuenca Perejil y la mínima temperatura correspondió a 5.7 °C en la estación 9, dicha estación corresponde a la cuenca Caballo Moro; Conductividad eléctrica (uS/cm): el máximo valor es de 218.8 uS/cm en la estación 1 y el mínimo valor correspondió a 27.8 uS/cm en estación 4 ambos puntos corresponden a la cuenca Perejil; Color aparente (PCU): el máximo valor de color aparente mayor a 30.0 PCU fue en la estación 1 y el mínimo se registró en las estaciones 10 y 4 correspondientes a las cuencas Caballo Moro y Perejil respectivamente alcanzando un valor de 0.0 PCU; de las estaciones control monitoreadas para caudal (L/seg.): el máximo caudal se registró en la estación 16 alcanzando un valor de 38.0 L/seg., mientras que el mínimo caudal se presentó en la estación 9 con un valor de 0,5 L/seg.

Igualmente los parámetros químicos en dichas estaciones muestran los siguientes valores: pH: el valor mínimo fue de 6.6 en la estación 11 (cuenca Chuyuhual) y el máximo valor se registró en 8.4 en la estación 4, correspondiente a la cuenca Perejil; Oxígeno disuelto (mg/L): el valor mínimo correspondió a 5.2 mg/L en la estación 10 (cuenca Caballo Moro) y el máximo registrado fue de 7.8 mg/L en la estación 11 de la cuenca Chuyugual; Amonio (mg/L): de las estaciones control monitoreados el máximo valor fue de 0.18 mg/L en estación 9, mientras que el mínimo valor para este parámetro fue de 0.02 mg/L en la estación 10, ambas estaciones de la cuenca Caballo Moro; Nitritos (mg/L): su máximo valor fue de 24.0 mg/L en estación 10, mientras que el mínimo valor para este parámetro fue de 0.0 mg/L en las estaciones 1 y 4 (cuenca Perejil), 9 (cuenca Caballo Moro) y 11 y 16 (cuenca Chuyugual); Nitratos (mg/L): su máximo valor fue de 5.0 mg/L en estación 9 (cuenca El Caballo Moro), mientras que el mínimo valor para este parámetro fue de 0.0 mg/L en la estación 16 (cuenca Chuyuhual); Fosfatos (mg/L): su máximo valor fue de 2.2 mg/L en la estación 9 (cuenca Caballo Moro), mientras que el mínimo valor para este parámetro fue de 0.24 mg/L en la estación 16 (cuenca Chuyugual).

Respecto a las estaciones problema tenemos: que la Temperatura (°C) presentó su máximo valor en la estación 6 (21.3) mientras que su mínimo valor fue 6.0 en la estación 2, ambas estaciones pertenecen a la cuenca Perejil; Conductividad (uS/cm): el máximo valor es de 232.2 uS/cm en la estación 6 (cuenca Perejil) y el mínimo valor correspondió a 15.3 uS/cm en estación 7 (cuenca Caballo Moro); Color aparente (PCU): el máximo valor registrado fue mayor a 550 en la estación 6 correspondiente a la cuenca Perejil, el mínimo valor fue 5.0 en la estación 8 de la cuenca Caballo Moro; las estaciones problema monitoreados para caudal arrojaron los siguientes valores: el máximo valor fue 6500.0 L/seg correspondiente a la estación 18 y el mínimo valor registrado fue 54.5 L/seg en la estación 14, ambas estaciones de la cuenca Chuyuhual.

Los resultados de los parámetros químicos monitoreados para estas estaciones son como sigue: pH: el valor máximo que se obtuvo fue 7.7 y se reportó en la estación 3 (cuenca Perejil) mientras que el mínimo valor se dio en la estación 7 (4.9) perteneciente a la cuenca Caballo Moro; Oxígeno disuelto (mg/L): el máximo valor se reportó en la estación 17 correspondiente a la cuenca Chuyugual (7.3 mg/L.) y el menor valor de todas las estaciones problema monitoreadas fue 4.3 mg/L. y correspondió a la cuenca Caballo Moro (Estación 8); Amonio (mg/L): El menor valor que fue 0.20 mg/L. correspondió a la estación 6, mientras que el mayor valor que fue 1.80 mg/L. correspondió a la estación 2, ambas estaciones pertenecen a la cuenca Perejil; Nitritos (mg/L): el máximo valor se reportó en la estación de monitoreo 2 y fue 43.0 mg/L. mientras que el menor valor fue de 0.0 mg/L. y se reportó en las estaciones 3 (cuenca Perejil), 8 (cuenca Caballo Moro) y las estaciones 14, 15 y 16 de la cuenca Chuyuhual; Nitratos (mg/L): El mayor valor fue 6.6 mg/L en la estación 5 (cuenca El Perejil) y el menor valor fue 0.0 mg/L reportado en la estación 7 de la cuenca Caballo Moro; Fosfatos (mg/L): el máximo valor fue hallado en la estación 3 de la cuenca Perejil (8.0 mg/L.) y el mínimo valor que fue 0.0 mg/L. se encontró en las estaciones 6 de la cuenca Perejil y 7 de la cuenca Caballo Moro.

Tabla 4. Algunas variables estadísticas de los factores físico-químicos, de 06 estaciones de monitoreo (estaciones control) en tres cuencas sin influencia antrópica, realizados de agosto a octubre el 2008.

Variable	Media aritmética	Desviación absoluta	Varianza	Desviación típica	Coefficiente de variación de Pearson
Temperatura (°C) (n = 6)	10.05	3.25	14.86	3.85	0.38
pH (Unidades) (n = 6)	7.36	0.58	0.43	0.65	0.08
Color aparente (PCU)(n=4)	14.00	14.00	198.00	16.24	1.01
Caudal (L/seg) (n=3)	13.03	16.64	311.67	17.65	1.35
Amonio (mg/l) (n = 3)	0.10*	0.05	0.004	0.08	0.65
Nitratos (mg/L) (n = 6)	2.10	1.70	3.45	1.85	0.88
Nitritos (mg/L) (n = 6)	4.00*	6.67	80.00	9.79	2.23
Fosfatos (mg/L) (n = 6)	0.89*	0.47	0.40	0.69	0.70
Oxígeno disuelto (mg/L) (n = 6)	6.57	1.14	1.32	1.15	0.17
Conductividad (uS/cm) (n = 6)	81.80	45.67	3965.75	68.98	0.76

(*) Valores que están sobre el límite permisible establecidos en los estándares nacionales de calidad ambiental del agua. Decreto Supremo 002-2008-MINAM.

Tabla 5. Algunas variables estadísticas de los factores físico-químicos, de 12 estaciones de monitoreo (estaciones problema) en tres cuencas con influencia antrópica, realizados de agosto a octubre el 2008.

Variable	Media aritmética	Desviación absoluta	Varianza	Desviación típica	Coefficiente de variación de Pearson
Temperatura (°C) (n = 12)	12.84	3.01	17.48	4.18	0.32
pH (Unidades) (n = 12)	6.62	0.67	0.70	0.84	0.12
Color aparente (PCU)(n = 6)	209.00	204.66	48829.33	220.97	1.05
Caudal (L/seg) (n = 4)	2589.68	2160.31	6268474.6	2891.01	0.96
Amonio (mg/l) (n = 5)	0.59*	0.48	0.38	0.61	1.05
Nitratos (mg/L) (n = 12)	1.92	1.51	3.59	1.89	0.98
Nitritos (mg/L) (n = 12)	4.09*	6.48	138.38	12.28	2.87
Fosfatos (mg/L) (n = 12)	1.71*	1.43	4.38	2.18	1.22
Oxígeno disuelto (mg/L)(n = 11)	5.87	0.86	1.04	1.07	0.17
Conductividad (uS/cm)(n = 12)	129.80	68.24	5432.83	76.98	0.56

(*) Valores que están sobre el límite permisible establecidos en los estándares nacionales de calidad ambiental del agua. Decreto Supremo 002-2008-MINAM.

DISCUSIÓN

Diversas actividades son motivo de deterioro en la actualidad de los cuerpos de agua (sistemas lóticos) los cuales han sido sometidos a un marcado deterioro de su calidad, provocado por una serie de actividades (extractivas, agrícolas, forestales, ingreso de pesticidas y material particulado) que se desarrollan en una cuenca hidrográfica¹⁸.

En relación a los resultados de las variables físico-químicas de la cuencas Perejil, Caballo Moro y Chuyugual, en el año 2008, se puede establecer que

los caudales (L/seg.) registrados, siguen el patrón de las precipitaciones, las cuales son responsables de arrastrar sedimentos desde fuentes difusas como tierras agrícolas y forestales, estableciéndose una correlación entre carga de nutrientes desde el área de drenaje y el volumen de agua caída, asociada a características de infiltración, permeabilidad del suelo y otros parámetros hidrológicos¹⁹. Para el caso de las estaciones control el caudal medio fue de 13.03 L/seg., con una desviación absoluta respecto a la media de 16.64 L/seg., como se puede observar en la tabla 04; mientras que en el caso de las estaciones problema el caudal medio fue de 2589.68 L/seg, con

una desviación absoluta respecto a la media de 2160.31 L/seg. (tabla 05).

Respecto al régimen térmico (T°), los sistemas fluviales muestran generalmente, frente a otros sistemas acuáticos como los lagos notables fluctuaciones diarias en la temperatura del agua debido a su menor profundidad e inercia térmica²⁰, en las estaciones control la temperatura del agua presentó un valor medio de 10.05 $^{\circ}\text{C}$, con una varianza alta (14.86 $^{\circ}\text{C}$) como se observa en la Tabla 4; asimismo para el caso de las estaciones problema la temperatura presentó un valor promedio de 12.84 $^{\circ}\text{C}$ con una varianza equivalente a 17.48 $^{\circ}\text{C}$, aspectos fundamentales respecto a estos resultados son que las estaciones control en su mayoría se ubican sobre los 3650 msnm y las estaciones problema están distribuidos de manera más dispersa considerando los niveles altitudinales sobre el nivel del mar (msnm), por ello los resultados muestran cambios significativos y mayor temperatura en los puntos problema sobre los puntos control, ya que hay una relación inversa entre la temperatura media y la altitud de la zona de muestreo, como lo refieren algunos trabajos con gradiente altitudinal^{15, 20}. La zona de estudio abarca un amplio rango de altitudes en sus estaciones de muestreo, desde 1990 hasta 4090 m.s.n.m. en la vertiente norte de los Andes occidentales. Se observa un aumento de la temperatura a medida que se desciende en altitud, con valores en torno a los 5.7 $^{\circ}\text{C}$ en una de las estaciones de mayor altitud, frente a 21.3 $^{\circ}\text{C}$ de temperatura en la estación de menor altitud. La estación 7 es una laguna verde, a una altitud de 4090 msnm, sin embargo siendo una estación situada en la parte alta de la cuenca presenta una temperatura de 12.9 $^{\circ}\text{C}$ (tabla 2) esto podría deberse a que es un cuerpo léntico y de baja profundidad, cuya temperatura se ve influenciada, por las frías temperaturas en las mañanas y noches y el aumento de la insolación al medio día.

Respecto a la temperatura, no se encuentran valores de comparación establecido en los estándares nacionales de calidad ambiental del agua¹⁶, pero ambas fluctuaciones son naturales y representativas de estos ríos para este periodo del año y son temperaturas propias de esta Provincia altoandina¹³.

Estudios anteriores muestran que las aguas de las cuencas de la vertiente norte de los andes occidentales¹², son de predominancia de substratos geológicos de naturaleza básica o sedimentaria, con carácter básico, presentando una importante reserva alcalina a causa de la solubilidad de las rocas y materiales; esto se puede corroborar al observar los resultados obtenidos para las estaciones control cuyo máximo valor encontrado fue 8.4 en la estación 4 (tabla 2) con un valor promedio de 7.36, valor ligeramente básico con tendencia a la neutralidad y una desviación absoluta respecto a la media de 0.58

(tabla 4), comparando con los resultados que se obtuvieron de las estaciones con influencia de actividades antrópicas, cuyo valor máximo alcanzado fue de 7.7 en la estación 3 con un valor promedio que desciende hasta 6.62 y una desviación absoluta respecto a la media de 0.67 (ver tabla 5) esto podría explicarse debido a que las estaciones monitoreadas que presentan esta condición en su mayoría están influenciados por actividades antrópicas (minería, ganadería, agricultura) por ejemplo las estaciones 2 y 6 de la cuenca Perejil, 12 y 13 de la cuenca Chuyugual y en especial la estación 7 de la cuenca Caballo Moro (tablas 1 y 2) ubicados a poca distancia del área donde se realizan actividades mineras podemos observar un descenso notable del nivel de pH respecto de otros puntos monitoreados (pH 4.9) lo que posiblemente evidenciaría un proceso de contaminación inorgánica de estos cuerpos de agua, ya que naturalmente las aguas de esta parte de la serranía al ser aguas muy alcalinas en general¹², presentan una alta capacidad de tamponamiento, y por lo tanto amortiguan mejor los posibles impactos producidos por vertidos o agentes contaminantes. A pesar de ello notamos que las estaciones de muestreo que están influenciados por actividades antrópicas en especial la estación 7 muestran menor capacidad. En general el potencial hidrogeno o pH en la mayoría de las estaciones de la zona evaluada mantiene en un equilibrio ácido-alcalino y son valores que se encuentran dentro de los rangos establecidos como aceptables de los estándares nacionales de calidad ambiental del agua¹⁶.

La concentración de sólidos en suspensión a lo largo del curso fluvial de una cuenca puede evidenciar varios factores de alteración de las condiciones naturales de la misma. Por un lado los procesos de erosión naturales se ven incrementados notablemente por diferentes causas de origen humano que provocan la falta de protección de los suelos, los que ocasionan grandes arrastres de materiales por escorrentía superficial en los fenómenos de fuertes precipitaciones¹⁵. Estas concentraciones de sólidos totales en el agua están relacionadas con el color aparente de las mismas, en las estaciones control, los valores variaron desde 0.0 PCU, a 30.0 PCU, con una media aritmética de 14.00 PCU y una desviación absoluta respecto a la media 14.00 PCU (ver tablas 2 y 4) en contraste con las estaciones problema donde los valores oscilaron desde 5.0 PCU hasta valores mayores a 550.0 PCU lo que demuestra por una parte que el aporte de regulares avenidas por lluvias en las partes altas de la cuenca, traen como consecuencia procesos de erosión del substrato superficial aguas abajo en la cuenca por la fuerte escorrentía generada^{21, 22}; como se comprueba al comparar las estaciones control con las estaciones problema, que las influencias de las actividades antrópicas ya sea minería, agricultura o ganadería, pérdida de cobertura del monte ribereño y

de los bosques naturales adyacentes etc.; sumadas a causas naturales como las lluvias, traen como consecuencia procesos de erosión del substrato superficial aguas abajo en la cuenca por la fuerte escorrentía generada y como consecuencia aguas con altas cargas de materia en suspensión y disueltas que se evidencian con el color aparente de las mismas. Respecto a este parámetro no se encuentran valores de comparación establecidos en los estándares nacionales de calidad ambiental del agua ¹⁶.

El grado de mineralización de las aguas en la cuencas Perejil, Caballo Moro y Chuyugal está estrechamente relacionada con la geología y los suelos, así como también con la actividad minera que en los últimos años se ha desarrollado intensivamente en la cabecera de las cuencas en mención, dichas actividades están circunscritas a la explotación de depósitos de oro, plata, cobre, plomo y zinc, estos tres últimos asociados frecuentemente con cuarzo, pirita y rodocrocita; como también la minería no-metálica reviste singular importancia por la existencia de una gran variedad de depósitos destacando, entre ellos, el carbón y las arcillas refractarias ¹³, los cuales, contribuyen al aumento de la conductividad, aunque en general, la superficie de la cuenca drenada, la distancia al origen del río, provoca una mayor concentración de sales disueltas en las aguas y una estabilización de la composición química de las aguas ²⁰, la discontinuidad hídrica espacial en algunos afluentes de los ríos y afluentes de las cuencas monitoreadas, puede dificultar esta estabilidad química progresiva, refieren algunos estudios ^{23, 24}. Aunque otros factores como la vegetación, los usos del terreno y los vertidos contaminantes influyen en los valores de conductividad de las aguas ¹⁵. Estudios anteriores sugieren que los valores de conductividad se incrementan progresivamente con el discurrir de las aguas hacia las partes más bajas de las cuencas, nosotros hemos podido constatar en nuestro estudio que si bien esta tendencia se cumple, en algunas estaciones esto no ocurre pudiendo deberse esto a la naturaleza del terreno o a que los puntos considerados como problema por el hecho de soportar una fuerte actividad antrópica serían objeto de erosión en zonas alledañas o aguas arriba, nuestros resultados para las estaciones control expresan valores obtenidos siendo el mayor 218.8 uS/cm; y corresponde a la estación de monitoreo 1 que pertenece a la cuenca Perejil a 3973.0 msnm; los menores valores de conductividad registrados para estas estaciones variaron de 27.8 a 75.4 uS/cm, presentado un valor promedio de 81.80 uS/cm y una desviación absoluta respecto a la media de 45.67 uS/cm; los valores registrados para este mismo parámetro en las estaciones problema tuvieron un máximo de 232.2 uS/cm en la estación 6 a una altura de 1990.0 msnm en la cuenca Perejil, y un mínimo de 15.3 uS/cm en la estación 7 de la cuenca Caballo

Moro, estas estaciones de monitoreo presentaron un valor promedio de 129.80 uS/cm y una desviación respecto a la media de 68.24 uS/cm, estos resultados reflejan que la naturaleza química del agua no es uniforme para los puntos de muestreo, principalmente entre las estaciones consideradas como puntos problema, esto principalmente a la mayor superficie lavada de cuenca y a la solubilidad de los terrenos de la misma, aunque la remoción de terrenos en cabecera de cuencas (actividades extractivas), el mal manejo de actividades pecuarias y el aporte de nutrientes de agricultura de las aguas existente en algunos tramos también contribuye a que estos valores sean más altos, respecto a estos parámetros.

Todos los valores de la conductividad eléctrica son menores a lo establecido en la categoría 3 de los estándares nacionales de calidad ambiental del agua ¹⁶. En general, la superficie de la cuenca drenada y la distancia al origen del río, provoca una mayor concentración de sales disueltas en las aguas y una estabilización de la composición química de las aguas, la discontinuidad hídrica espacial en algunos afluentes de los ríos y afluentes de la cuenca monitoreada, puede dificultar esta estabilidad química progresiva de este río. Aunque otros factores como la vegetación, los usos del terreno y los vertidos contaminantes influyen en los valores de conductividad de las aguas, el aporte de nutrientes de agricultura de las aguas existente en algunos tramos también contribuye a un valor más alto de este parámetro. Los valores de conductividad se incrementan progresivamente con el discurrir de las aguas hacia las partes más bajas de las cuencas, si no ocurre, puede deberse esto a la naturaleza del terreno o a que las estaciones de muestreo considerados, soportan actividad antrópica y serían objeto de erosión en zonas alledañas o aguas arriba ^{12, 15}.

El oxígeno disuelto varía entre 5,2 mg/L y 7,8 mg/L en las estaciones control y varía entre 4,3 mg/L y 7,3 mg/L en las estaciones problema, ambas concentraciones son mayores al límite mínimo del Estándar Nacional de Calidad Ambiental del Agua ¹⁶, que exige tener una concentración mínima de este parámetro de mayor o igual a 4 mg/L, por lo que se puede afirmar que existen regulares condiciones de oxigenación en los cuerpos de agua evaluados.

La concentración de oxígeno disuelto en el agua de los ríos va a depender principalmente de la altitud, la temperatura y los procesos de producción primaria y descomposición de la materia orgánica. Cuando los niveles son bajos o hay ausencia de oxígeno en el agua. Puede indicar contaminación elevada, condiciones sépticas de materia orgánica o una actividad bacteriana intensa; por ello se considerara un indicador de contaminación. Las aguas superficiales no contaminadas, si son corrientes, suelen estar saturadas de oxígeno y a veces incluso

sobresaturadas; su contenido depende de la aireación, de las plantas verdes presentes en el agua, de la temperatura y de la hora del día (mañana o tarde), etcétera^{12, 15}.

El nitrógeno es un nutriente importante para el desarrollo de los animales y las plantas acuáticas. Por lo general, en el agua se lo encuentra formando amoníaco, nitratos y nitritos. Si un recurso hídrico recibe descargas de aguas residuales domésticas, el nitrógeno estará presente como nitrógeno orgánico amoniacal, el cual, en contacto con el oxígeno disuelto, se irá transformando por oxidación en nitritos y nitratos^{12, 15}.

El nitrógeno amoniacal varía desde 0,02 mg/L a 0,18 mg/L en las estaciones control y varía desde 0,11 mg/L a 1,8 mg/L en las estaciones y son todos valores superiores al límite máximo permisible de 0,02 mg/L, establecido para la Categoría 4: *Parámetros para conservación del ambiente acuático* de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua (DS 002-2008-MINAM)¹⁶. Este ión está sobre los rangos de aceptación de la norma nacional, por lo que existe una tendencia a la contaminación orgánica, aunque no está establecido patrón de comparación para la *Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales* establecidos en el DS 002-2008-MINAM, se le considera un constituyente normal de las aguas superficiales y está íntimamente relacionado con descargas recientes de desagües. Cuando su concentración es mayor de 0,1 mg/L (como N), se constituye en un indicador de contaminación por aguas residuales domésticas, común en zonas rurales como la evaluada, por la presencia de actividades como la ganadería en mayor función y la agricultura, así como también la falta de educación ambiental y la inadecuada infraestructura, para una buena disposición de excretas por parte de los habitantes de la zona.

Respecto a los valores de nitritos (sales de ácido nitroso, HNO_2) estos se encuentran elevados en la estación 10 de las estaciones control, con 24 mg/L de concentración y elevados en las estaciones 2, 5, 6, 7 de las estaciones problema, estableciéndose en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua¹⁶, una concentración menor a 0,01 mg/L. Estas sales son solubles en agua y se transforman naturalmente a partir de los nitratos, ya sea por oxidación bacteriana incompleta del nitrógeno o por reducción bacteriana. El ion nitrito es menos estable que el ion nitrato. Es muy reactivo y puede actuar como agente oxidante y reductor, por lo que solo se lo encuentra en cantidades apreciables en condiciones de baja oxigenación. Esta es la causa de que los nitritos se transformen rápidamente para dar nitratos y que, generalmente, estos últimos predominen en las aguas superficiales. Esta reacción

de oxidación se puede efectuar en los sistemas biológicos y también por factores abióticos^{12, 15}.

Los nitratos (sales del ácido nítrico, HNO_3) varían desde 0,0 mg/L a 5,0 mg/L en las estaciones control y desde 0,0 mg/L a 6,6 mg/L en las estaciones problema, y todos son valores menores a lo establecido en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua¹⁶. Este ion, es muy soluble en agua debido a su polaridad. En los sistemas acuáticos, los materiales nitrogenados tienden a transformarse en nitratos^{12, 15}.

El nitrógeno en sus tres formas (nitrato, nitrito y nitrógeno amoniacal) presenta valores altos en algunas estaciones monitoreadas, principalmente aquellos considerados como estaciones problema, esto estaría en función de la presencia de actividades como la ganadería en mayor función y la agricultura¹², así como también la falta de educación ambiental para una buena disposición de excretas por parte de los habitantes de la zona.

Las concentraciones de fosfatos varían entre 0,24 mg/L y 2,2 mg/L en las estaciones control y entre 0,0 mg/L y 8,0 mg/L en las estaciones problema, siendo las estaciones 9 y 10 de las estaciones control y las estaciones 2, 3, 8, 12, 13, 14, 15, y 18 de las estaciones problema mayores al mínimo valor (1,00 mg/L), establecido en la *Categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales* y también mayores a 0,5 mg/L límite de la Categoría 4: *Parámetros para conservación del ambiente acuático* del estándar nacional del agua¹⁶. Estos resultados nos indicarían, una esporádica ocasión de contaminación inorgánica, que puede deberse a descargas de aguas que contienen como residuo detergentes comerciales y abonos orgánicos de los cultivos de arroz. Es común encontrar fosfatos en el agua. Son nutrientes de la vida acuática y limitante del crecimiento de las plantas. Sin embargo, su presencia está asociada con la eutrofización de las aguas, con problemas de crecimiento de algas indeseables en embalses y lagos, con acumulación de sedimentos, etcétera.

CONCLUSIONES

- ✓ Aunque para los valores encontrados de temperatura y color aparente, no se encuentran valores de comparación en nuestra legislación, los valores que se presentan son naturales y representativas de esta cuenca.
- ✓ Respecto al pH, nitratos y conductividad eléctrica, las concentraciones que se presentan son todos valores menores y cumplen con lo establecido como límite en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua, establecidos en el DS 002-2008-MINAM.
- ✓ El cambio, en las concentraciones del color aparente, se evidencian posteriormente a los aumentos de avenidas o precipitaciones

- esporádicas arriba de la cuenca, que traen como consecuencia procesos de erosión del substrato superficial, debido a la fuerte escorrentía generada, esto también afecto la concentración de oxígeno disuelto, pero sin llegar a afectar las condiciones de oxigenación en los cuerpos de agua evaluados.
- ✓ Las concentraciones de nitritos, nitrógeno amoniacal y la presencia, de concentraciones por encima de los límites permisibles, de fosfatos, evidenciaría contaminación inorgánica, por descargas de aguas con residuos detergentes y abonos orgánicos.
 - ✓ Las concentraciones de nitrógeno amoniacal sobre los límites permisibles está íntimamente relacionado con descargas recientes de desagües de pequeños poblados y ganadería local, siendo un indicador de contaminación por aguas residuales domésticas, común en zonas rurales como las evaluadas, aunque se le considera un constituyente normal de las aguas superficiales, por su rápida depuración natural.
 - ✓ Las aguas de los ríos de las cuencas Perejil, Caballo Moro y Chuyugual, se encuentran alteradas en su condición físico-químico y este cambio se debería a factores antrópicos, como las actividades extractivas (minería), establecidas en la superficie, la ganadería y la agricultura, así como a la mala disposición de excretas de los centros poblados.
 - ✓ Los puntos de referencia sin influencias antrópicas o control seleccionados, en las quebradas de los ríos de las cuencas Perejil, Caballo Moro y Chuyugual, podrían ser utilizados como comparación en un monitoreo físico químico y biológico permanente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. López, F. M., A. Pujante, V. Ribarrocha & G. Tapia. 1995. Macroinvertebrados y calidad de las aguas de la red de la provincia de Castellón. *Ecol.* 9: 71-108.
2. Dourejeanni, M. 1982. Recursos naturales y desarrollo en América Latina y el Caribe. Univ. De Lima. Lima . Perú. 96 – 110.
3. Guerrero, M. 1990. Proyecto Calidad de Agua del río Rimac utilizando bioindicadores. ONERN. Lima. Perú.
4. Hotta, T; Jara, P.; Braul, J.; & F. Ferre. 1986. Informe técnico ambiental del asentamiento minero Uchucchacua de la Cia. De Minas Buenaventura S. A. Ministerio de Energía y Minas (MEM). Lima. Perú.
5. Hotta, T; Nakamura, A.; Carhuaricra, J. & G. Braul. 1987. Estudio técnico ambiental en las Cias. Mineras San Nonato, El Barón, Cecibar, Perubar. Ministerio de Energía y Minas (MEM). Lima. Perú.
6. Ramos, R. & M. Echegaray. 1983. Estudio de algunos parámetros de la calidad de agua del Río Cañete. Serie Trabajos de Investigación, 49 Universidad Nacional Federico Villareal. Lima. Perú. 18 – 38.
7. Zumarán, C. 1985. Estudio de la calidad de las aguas superficiales, caso: cuenca del río Cañete. Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales (ONERN). Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola. Lima. Perú. Del 21 al 25 de octubre. Lima. Perú.
8. PERÚ. 1986. Estudio técnico ambiental de la unidad cobriza. Centromin Perú S. A. Oficina de Asuntos Ambientales. Ministerio de Energía y Minas. Lima.
9. Montalvo, C. Y A, Nakamura. 1986. Informe de la comisión a la planta concentradora de shalipayco. Ministerio de Energía y Minas. DAA. Lima. Perú.
10. PERÚ. 1984. Estudio de contaminación y preservación del río Moche. DIGEMA – OSASA. Ministerio de Salud 5v. Lima.
11. Malca, L. 1997. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de contaminación por metales pesados en el río Moche. Tesis para optar el grado de maestro en ciencias. Universidad Nacional de La Libertad. Trujillo. Perú.
12. Medina, C; Balmaceda, J; Ramírez, R; Peláez, F; Reyes, W & J. Puhe. 2007. Caracterización físico-química y microbiológica del río Chicama. Regiones La Libertad y Cajamarca, Perú. 2006. *Revista SCIENDO* 10 (2): 31-40.
13. Mostacero, J.; Mejia, F.; Zelada, W & C. Medina. 2007. Biogeografía del Perú. Asamblea Nacional de Rectores. Instituto Pacifico S.A.C. Lima. Perú.
14. Dudgeon, D., 1992. Edangered ecosystems: a review of the conservation status of tropical asian rivers. *Hydrobiología*, 248: 167 – 191.
15. Toro, M. et al. 2002. Calidad de las aguas de los ríos mediterráneos del proyecto GUADALMED. *Características físico-químicas. Limnetica* 21 (3-4): 63 -75.
16. PERÚ. 2008. Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para aguas.
17. Prat, N.; Ríos, B.; Acosta, R. & M. Rieradevall. 2006. C.E.R.A. Un protocolo para determinar el ESTADO ECOLÓGICO de los ríos Andinos. Grup de recerca F.E.M. (Freshwater Ecology and Management). Departament d'Ecologia. Universidad de Barcelona. España. Proyecto financiado por: Ministerio de Educación y Ciencia Programa Intercampus (AEIC). Disponible en: <http://www.diba.es/mediambient/ecostrimed.asp>.
18. Jara, C. 2002. Evaluación de la existencia de insectos bioindicadores de la calidad del agua en zonas rítrónicas y potámicas de tres ríos de la zona semiárida de Chile. Memoria de título

- entregada a la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile, para optar al Título Profesional de Biología mención en Medio Ambiente. 30 pp.
19. Margalef, R. 1983. Limnología. Barcelona: Ed. Omega.
 20. Leiva, M. 2004. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua en la Cuenca del Estero Peu Peu Comuna de Lautaro IX Región, Chile. Tesis para optar el Grado de Licenciado en Recursos Naturales. 111 pp.
 21. Ortega, M., Vidal -Abarca, M., Suárez, M., González-Beseran & L. Ramírez-Díaz. 1988. Características físico-químicas de las aguas superficiales de la Rambla del Moro después de una riada (Cuenca del Río Segura, SE de España). *Limnetica*, 4: 19-26.
 22. Sabater, S., F. Sabater & J. Armengol. 1993. Ecología de los ríos mediterráneos. Investigación y Ciencia, Agosto 1993: 72-79.
 23. Vidal- Abarca, M. 1990. Los ríos de las cuencas áridas y semiáridas: Una perspectiva ecológica comparativa y de síntesis. *Scientia gerundensis*, 16: 219 – 228.
 24. Molla, S. 1994. Dinámica de la materia organica y metabolismo en un arroyo temporal del Sur de España (arroyo de la Montesina, Córdoba) Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. 189 pp.

CORRESPONDENCIA

Cesar Augusto Medina Tafur
Centro Laboral
Departamento de Ciencias Biológicas
Facultad de CC. Biológicas
Universidad Nacional de Trujillo
Dirección
Av Carrión N° 384-Dpto 402
Teléfono:
317117
E-mail: cemeta@hotmail.com