

## Evaluación de la calidad ecológica del agua en las microcuencas de Chinata y Gocta, cuenca media del río Utcubamba, región Amazonas

Evaluation of ecological water quality in the watersheds of Chinata and Gocta Utcubamba middle basin, Amazonas region

<sup>1</sup>Jeimis Royler Yalta Meza<sup>a</sup>, <sup>1</sup>Rolando Salas Lopez<sup>b</sup>, y <sup>2</sup>Lleydy Alvarado Chuquizuta<sup>c</sup>

### RESUMEN

Este estudio hace una evaluación de la calidad ecológica del agua de las microcuencas de Chinata y Gocta, desde las nacientes en los pajonales de la parte alta hasta su vertimiento en el río Utcubamba. En la microcuenca de Chinata se establecieron diez estaciones de muestreo y en la microcuenca de Gocta ocho. Para la evaluación se emplearon los índices biológicos: Índice de Calidad de Bosque de Ribera Andino (QBR – And), Índice Biótico Andino (ABI), Índice de Habitat Fluvial (IHF) e Índice Biological Monitoring Working Party modificado para Colombia (BMWP - Col), que se aplicaron sin ninguna modificación, al poseer los cursos de agua a evaluar características hidromorfológicas propias de cuencas altoandinas. Se determinó que ambas microcuencas tienen agua de calidad buena y aceptable en las zonas media y alta, y conforme se acerca a la parte baja esta calidad va disminuyendo debido a un aumento en la presión antrópica.

**Palabras clave:** Calidad de agua, macroinvertebrados, índices biológicos.

### ABSTRACT

This study makes an assessment of the ecological water quality from the Chinata and Gocta watersheds, from the headwaters in the upper grassland zones until its discharge into the Utcubamba river. On the Chinata watershed ten sampling stations were established and on the Gocta watershed eight were established. To evaluate water quality we used biological index: Andean Riparian Vegetation Quality Index (QBR - And), Andean Biotic Index (ABI), River Habitat Index (IHF) and the Biological Monitoring Working Party index modified for Colombia (BMWP-Col), which was applied without any modification, as the watershed to be evaluation has hydromorphological characteristics typical of high Andean river basins. We concluded that both watersheds have good and acceptable water quality in middle and high zones, while the water arriving to lower parts of the watershed is of diminished quality as a result of increasing anthropogenic pressures.

**Keywords:** Quality water, macroinvertebrates, biological index.

---

<sup>1</sup>Programa de Investigación en Agua y Clima INDES-CES de la UNTRM  
<sup>a</sup>Ing. agroindustrial, <sup>b</sup>Ing. de Recursos Naturales Renovables, <sup>c</sup>Bióloga,

## INTRODUCCIÓN

La cantidad y calidad de agua es la problemática actual que enfrenta la población mundial, ya que solo el 3% del total de agua de nuestro planeta está disponible en forma de agua dulce, siendo alrededor del 2,997% agua retenida en bloques de hielo o en glaciares y solamente el 0,003% está disponible fácilmente como humedal del suelo, aguas subterráneas utilizables, vapor de agua, lagos y ríos. Aproximadamente el 65% de toda el agua consumida al año de los ríos, lagos y acuíferos se emplea para regar el 16% de tierras de labor del mundo; el 25% se emplea en la producción de energía y en procesos industriales, limpieza y remoción de desechos; el 10% restante es para usos domésticos y municipales (Miller, 2002). En el Perú, el sector agrícola es el que consume la mayor parte del agua disponible, equivalente al 80% del consumo total nacional (CEE, 2009).

La disponibilidad y calidad del líquido elemento influye sobre la salud, producción de alimentos, educación, etc. (Giraldo, 2004). La calidad cada vez más va disminuyendo debido a la contaminación que genera el crecimiento demográfico con el vertimiento de aguas residuales, residuos sólidos y desechos de productos químicos; asimismo, el cambio climático interviene variando las características fisicoquímicas y biológicas del agua. Tal es el caso de las microcuencas de Chinata y Gocta, de las que se desconoce la cantidad y calidad de agua, limitando su gestión integrada.

La calidad de agua depende del uso que se le dará, siendo la más exigente el agua destinada para consumo humano y recreación, la cual está representada por las características físicas, químicas, biológicas y organolépticas (olor, color y sabor) (CIPAV, 2003).

Los parámetros fisicoquímicos dan una información extensa de la naturaleza de las especies químicas del agua y sus propiedades físicas, sin aportar información de su influencia en la vida acuática, pero son ventajosos porque los análisis suelen ser más rápidos y monitoreados con mayor frecuencia (Samboni *et al.*, 2007).

Actualmente, los aspectos biológicos han adquirido una creciente importancia en el estudio de los sistemas acuáticos, debido a que las variables físicas y químicas no determinan con precisión la

calidad de las aguas y solo dan una idea específica sobre ella (Arango *et al.*, 2008). Según Lanza *et al.* (2000), el biomonitoreo tiene la dificultad de relacionar los efectos observados con una contaminación en especial y por lo tanto, es claro, no reemplazan el análisis químico. Después de extensos trabajos de biomonitoreo se han desarrollado índices con diversos organismos y plantas, que al adaptarlos a diferentes regiones son herramientas efectivas para conocer la salud de un río o quebrada (Mafla, 2005).

En tal sentido, para las cuencas del Ecuador y Perú, se han adecuado índices de calidad biológica en el marco de la elaboración del Protocolo de Evaluación de Calidad Ecológica de Ríos Andinos (CERA), para los ríos situados sobre los 2000 msnm, proponiendo el protocolo para Calidad de Bosque de Ribera Andino (QBR – And) y el Índice Biótico Andino (ABI) para el biomonitoreo con macroinvertebrados acuáticos (Acosta *et al.*, 2009).

Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad de aguas se están generalizando en el mundo, considerándose una herramienta integradora, al no basarse únicamente en características fisicoquímicas del agua. Es así que en los 27 países de la Unión Europea, la indicación biológica es el núcleo de todo el monitoreo, dando a luz a un nuevo concepto, el estado ecológico, significando una revolución en la forma como los gobiernos europeos deben contemplar los indicadores biológicos de calidad de agua (Domínguez y Fernández, 2009).

Los cambios en el entorno de los ecosistemas fluviales se reflejan en la composición de las comunidades acuáticas (Rosemberg y Resh, 1993; Smith y Smith, 2001). La estructura física de los cauces es una de las características que más influyen tanto en la estructura como en el funcionamiento del ecosistema fluvial y, por tanto, su descripción tiene gran interés (Elosegi y Sabater, 2009). El índice de hábitat fluvial surge como respuesta a la necesidad de caracterizar los cauces de los ríos mediterráneos (Pardo *et al.*, 2002).

A menudo, la calidad del agua únicamente es diagnosticada por análisis fisicoquímicos y microbiológicos rutinarios que solamente proporcionan información puntual e indirecta

(Paredes *et al.*, 2005); es por ello que el objetivo en la presente investigación fue determinar la calidad ecológica del agua de las microcuencas de Chinata y Gocta, Región Amazonas mediante los índices biológicos: Índice de Calidad de Bosque de Ribera Andino (QBR – And), Índice Biótico Andino (ABI), Índice de Habitat Fluvial (IHF) y el Índice Biological Monitoring Working Party modificado para Colombia (BMWP – Col).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Zona de estudio

Estuvo conformada por los cuerpos de agua y la vegetación de ribera del cauce principal en las microcuencas de Chinata y Gocta, Región Amazonas; geográficamente los extremos de la microcuenca Chinata se hallan comprendidos entre las coordenadas: 9337348.87N, 184468.77 E y 9342055.08 N, 169916.56 E, abarca una superficie de 65,80 km<sup>2</sup>; y la microcuenca Gocta está comprendida entre coordenadas; 9 333 141.70 N, 189 640.88 E y 9 327 442,80 N, 176 313,36 E con una superficie de 82,014 km<sup>2</sup>.

### Delimitación del área de estudio

Se realizó la recopilación y análisis de la información satelital (imágenes auxiliares del Google Earth Pro 4.3 previamente georeferenciadas) y cartográfica (cartas nacionales 12h y 13h del IGN escala 1:100 000) de la zona de estudio; y mediante el empleo de softwares (ArcGIS v.10 y Global Mapper 10) se delimitó las microcuencas de Chinata y Gocta en base a las líneas del *divortium aquarum* o parte aguas (Villón, 2002), generándose un mapa base de la red hidrográfica actual y proyectada de las microcuencas, incluyendo vías de acceso y principales centros poblados de la zona de estudio. Esta información sirvió para planificar las actividades en la etapa de levantamiento de información en campo.

**Características biofísicas de las microcuencas**  
Según IIAP/GRA (2010), la fisiografía se caracteriza por presentar montañas altas de laderas moderadamente empinadas, empinadas y muy empinadas en tierras cálidas templadas con relieve montañoso en la Cordillera Subandina; y montañas altas de laderas empinadas en tierras frías con relieve montañoso en la Cordillera Oriental, la geología está representada por el grupo Pucará, Goyllarisquizga y formación Chonta, con

geomorfología de montañas altas calcáreas mesozoicas, montañas bajas estructurales de la cordillera Ventilla – Quinquiza, montañas altas estructurales de la Cordillera Interandina. El área de estudio está comprendida en las zonas de vida de bosque seco montano bajo tropical (bs MBT), bosque húmedo montano bajo tropical (bh MBT) y bosque seco premontano tropical (bs PT), donde la vegetación está compuesta por bosques con árboles medianos de montañas subandinas orientales y comunidades altoandinas mixtas de matorrales, herbazales y pajonales; el clima es semi húmedo, semi cálido, ligeramente húmedo y templado cálido con temperaturas entre 11 y 19,9°C en la microcuenca de Chinata y entre 11 y 12°C para la microcuenca de Gocta; ambas con precipitaciones de 1000 mm al año. El uso actual del suelo son frentes de conservación de tierras de protección y frente productivo, con predominio de cultivos altoandinos, presentando zonas de conflicto por uso agropecuario de tierras forestales y de protección con tierras agropecuarias. En otras áreas presenta conflicto por uso agropecuario de tierras de protección (IIAP/GRA, 2010).

### Ubicación de las estaciones de muestreo

Para la evaluación de la calidad de bosque de ribera, hábitat fluvial, macroinvertebrados acuáticos y fisicoquímica del agua, se seleccionó estaciones representativas del área de estudio de 100 metros de longitud (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005) y 20 metros de ribera a cada lado del cauce (Agencia Catalana del l'Aigua, 2006), siempre considerando que posea la mayor cantidad de hábitats en el tramo del cauce de la quebrada (Mafla, 2005; Confederación Hidrográfica del Ebro, 2005). También se tuvo en cuenta el tipo de vegetación y las actividades productivas aledañas a la ribera que tengan influencia en el estado ecológico del agua. En la microcuenca de Chinata se evaluó diez estaciones (Tabla 1) y en la microcuenca de Gocta se evaluó ocho estaciones (Tabla 2), ambas establecidas dentro del cauce principal de las quebradas. Para la georeferenciación de las estaciones de muestreo en el cauce principal y tributarios de las microcuencas de Chinata y Gocta se utilizó un GPS navegador (Garmin modelo Oregon 550, precisión +/- 3 m; Taiwan) identificándose con sus respectivos nombres de la zona, la cual se contrastó con el mapa base. Las estaciones con sus respectivas coordenadas se presentan en las Tablas 1 y 2.

### Macroinvertebrados acuáticos

La toma de muestras de macroinvertebrados se realizó a lo largo de las distintas estaciones identificando los diferentes hábitats presentes.

Se dio por terminado el muestreo cuando las redadas no aportaron la captura de representantes de nuevas familias (Alba-Tercedor, 1996; Acosta *et al.*, 2009). La captura se realizó con una red estándar con malla de 1mm (Paredes *et al.*, 2004) colocada en el fondo del cauce, con las manos se removió el sustrato situado inmediatamente aguas arriba (Alba-Tercedor, 1996). Las muestras extraídas se colocaron en una bandeja plana de fondo blanco y con lupa y pinzas se capturaron los organismos, los cuales se depositaron en frascos con alcohol al 70% (Mafla, 2005), que fueron rotulados con la fecha, nombre de la quebrada, coordenadas UTM, nombre de la persona que hizo el muestreo y el tipo de microhábitat. Los macroinvertebrados colectados fueron identificados en el laboratorio del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de

Ceja de Selva (INDES- CES), con un estereoscopio (Konus #5424; Italia) y claves taxonómicas (Domínguez y Fernández, 2009; Posada y Roldan, 2003). Los macroinvertebrados fueron conservados en viales con alcohol al 70% y se incluyeron en la colección de referencia del INDES-CES. Se registraron datos a nivel de familia, número de individuos colectados y se asignó la puntuación según el grado de tolerancia a la contaminación para el cálculo de calidad de agua según el BMWP – Col y el ABI (Roldan, 2003; Acosta *et al.*, 2009).

Los muestreos se realizaron en el año 2011 en época de estiaje, durante la segunda quincena de mayo en Chinata; en julio y la primera semana de agosto en Gocta. Según la Confederación Hidrográfica del Ebro (2005), en época de estiaje la comunidad de macroinvertebrados alcanza su máxima diversidad.

Tabla 1. Nomenclatura, nombre y coordenadas UTM de las estaciones de muestreo de la microcuenca Chinata.

Estación	Nombre	Coordenadas UTM		
		Este	Norte	Altitud
ECH-1	Q. Panhuayco	182906,60	9340599,80	2814,32
ECH-2	Q. Pumallacta	182897,40	9340586,70	2808,62
ECH-3	Unión de Q. Panhuayco y Q. Pumallacta	170029,30	9341983,60	2820,28
ECH-4	Sector medio parte alta Q. Panhuayco	170394,50	9342161,40	2679,62
ECH-5	Aguas arriba de la caída de Q. Panhuayco	172276,50	9341834,30	2520,21
ECH-6	Aguas abajo caída de la catarata Chinata	174454,90	9341237,90	2018,67
ECH-7	Puente entre San Carlos y Cuispes	176623,40	9341273,90	1586,87
ECH-8	Hidroeléctrica de Cuispes	177280,90	9341191,40	1462,76
ECH-9	El Ingenio	179981,10	9341727,30	1317,00
ECH-10	Ciudad de Pedro Ruiz	182881,00	9340590,10	1300,00

Q= Quebrada

Tabla 2. Nomenclatura, nombre y coordenadas UTM de las estaciones de muestreo en la microcuenca Gocta.

Estación	Nombre	Coordenadas UTM		
		Este	Norte	Altitud
EG-1	Q. Upa	186945,03	9335983,43	2975,32
EG-2	Unión de Q. Upa, Q. Zuta y Q. Shique	185294,45	9334840,25	2834,26
EG-3	Aguas abajo 1era. caída de la catarata Gocta	180399,14	9333536,69	2267,46
EG-4	Aguas abajo 2da. caída de la catarata Gocta	180264,09	9333271,29	1705,18
EG-5	Tincucho	179917,2	9331697,35	1626,04
EG-6	Gocta	178378,78	9330241,27	1542,78
EG-7	Pomacochas	177794,13	9329837,09	1475,62
EG-8	Cocahuayco	176751,13	9329495,53	1440,09

Q= Quebrada



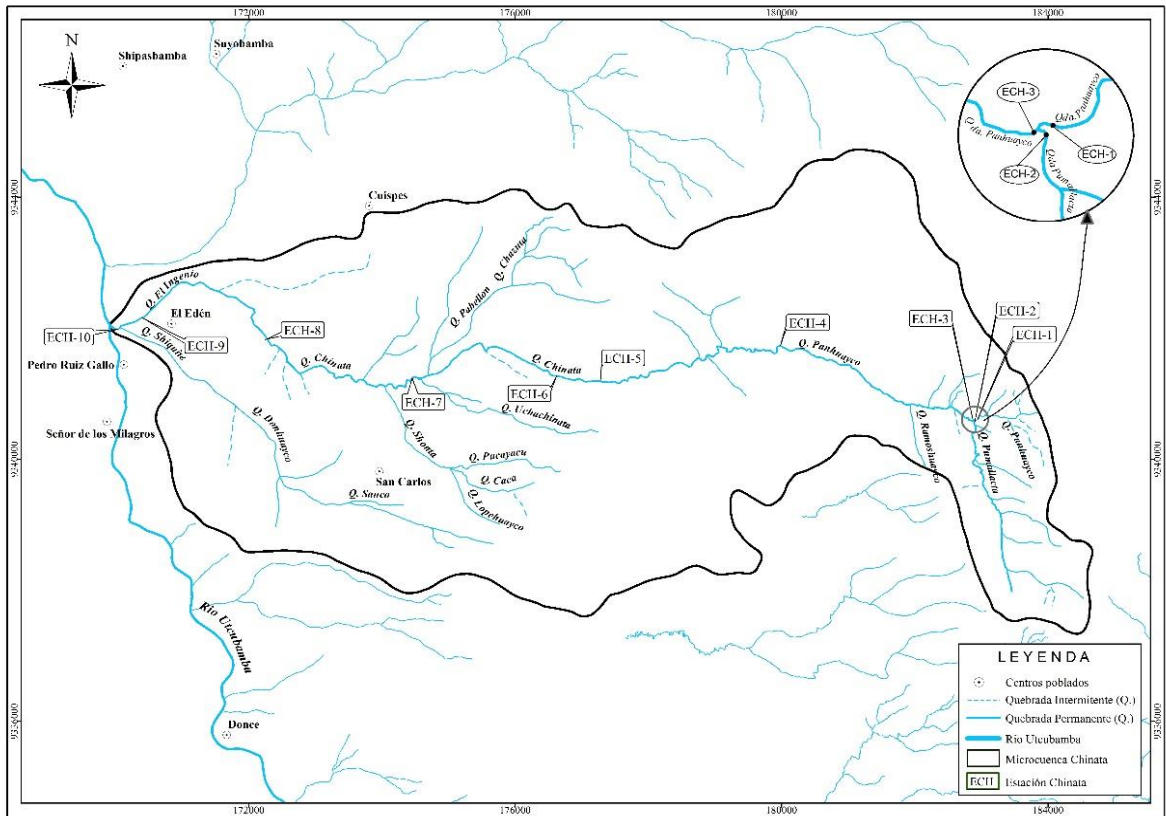


Figura 1. Ubicación de las estaciones de muestreo en la microcuenca Chinata

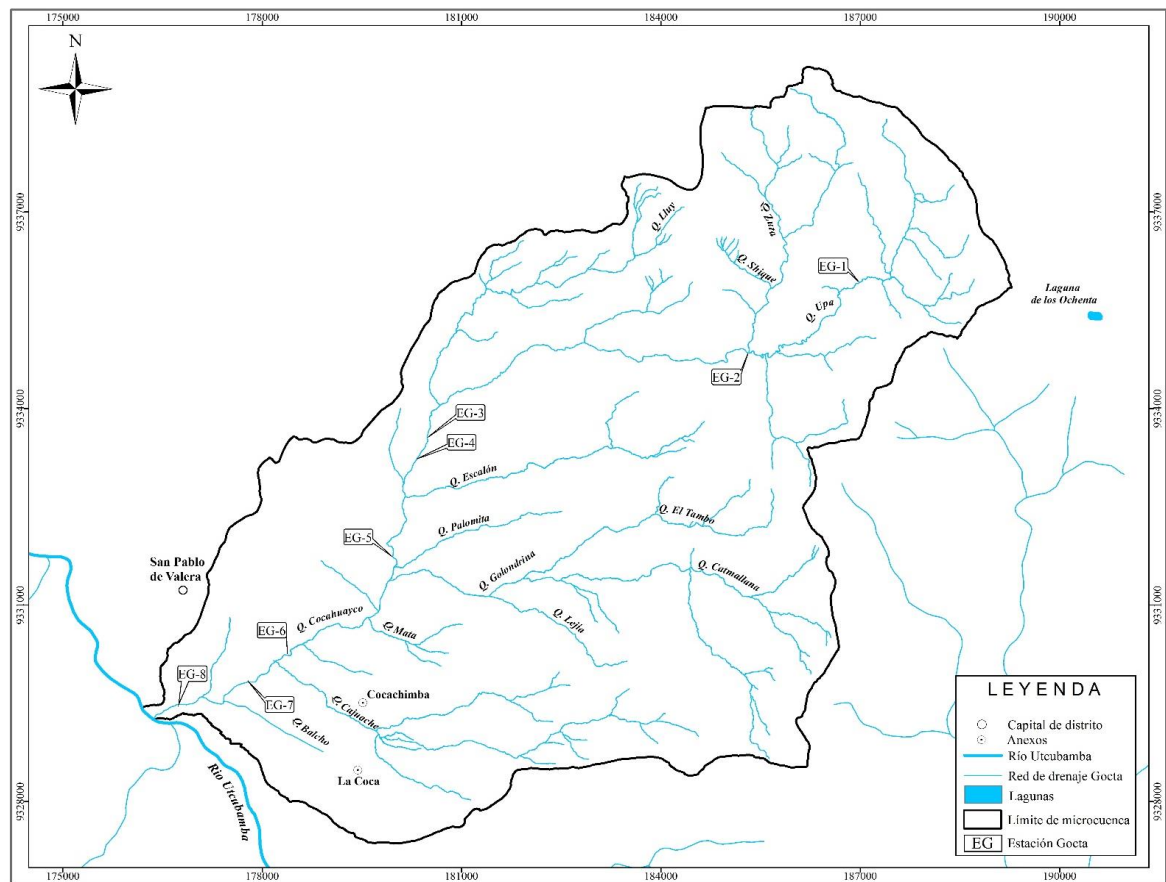


Figura 2. Ubicación de las estaciones de muestreo en la microcuenca Gocta.





Figura 3. Estaciones de muestreo en la microcuenca Chinata, Región Amazonas: a. ECH-1; b. ECH-2; c. ECH-4, d. ECH-5, e. ECH-6, f. ECH-7, g. ECH-9 y h. ECH-1



### Calidad del bosque de ribera andino (QBR-And)

La evaluación de la calidad de la vegetación de ribera se realizó en cada estación, donde se aplicó el protocolo QBR –And, que es una adaptación del protocolo del índice de vegetación de ribera original (Acosta *et al.*, 2009), donde se valoraron los componentes y atributos del sistema como el grado de cobertura vegetal de las riberas, la estructura vertical de la vegetación, la calidad y la diversidad de cobertura vegetal y el grado de naturalidad del canal fluvial. Se asignó la puntuación a cada bloque del protocolo de acuerdo a las condiciones en que se encontraba la vegetación de ribera de la estación, la suma de los cuatro bloques dio la puntuación final del índice, que expresó el nivel de la calidad de la estación.

### Índice de hábitat fluvial

Para la evaluación se utilizó el protocolo de índice de hábitat fluvial (IHF) en cada estación. Según Acosta *et al.* (2009), en la propuesta del protocolo CERA, la calidad del hábitat puede ser evaluado a partir del índice IHF sin realizar mayores cambios para la zona de estudio, evaluando la inclusión rápidos – sedimentación de pozas, frecuencia de rápidos, composición de sustrato y tamaño de partículas, regímenes de velocidad y profundidad, porcentaje de sombra en el cauce, elementos de heterogeneidad, cobertura y diversidad de vegetación acuática. La puntuación se asignó a los siete bloques del protocolo valorando las características del lecho del cauce, la suma de los bloques dio la puntuación final del índice, que expresó la diversidad de hábitats.

### Indicadores fisicoquímicos

Las características fisicoquímicas como pH, temperatura, conductividad, oxígeno disuelto, fosfatos, nitratos, calcio y magnesio, fueron determinados *in situ* en cada estación con un Kit para análisis de fertilidad de suelos y calidad de aguas de regadío (HACH SIW-1 CAT. H-24960-00; EE.UU.), pH-metro digital (HACH Pocket Pal; EE.UU.), conductímetro digital (HANNA HI 98304; EE.UU.) y oxímetro digital (HANNA HI 9142; EE.UU.).

Los datos fueron registrados en tablas y además se realizaron observaciones como tipo de sustrato, cobertura y uso de la rivera; estos datos sirvieron para contrastar los resultados obtenidos.

### Análisis de la información

Para determinar la calidad del agua mediante el monitoreo con macroinvertebrados se utilizó el índice BMWP - Col y el ABI (Roldán, 2003; Acosta *et al.*, 2009) realizando una comparación entre ambos. Para estos índices se asignó las puntuaciones ecológicas respectivas a cada familia según su grado de tolerancia a la contaminación del agua, la suma de la puntuación de cada familia dio el puntaje final de cada estación, el cual se relacionó con cinco grados de contaminación y con cinco colores que presentan ambos índices. Los resultados se contrastaron con los datos obtenidos de la valoración para los índices de calidad de bosque de rivera y hábitat fluvial. Los datos fisicoquímicos del agua fueron evaluados según los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua (ECA) para diagnosticar la calidad del agua.

## RESULTADOS

### Perfil longitudinal

El perfil longitudinal del cauce principal de las microcuencas de Gocta (Figura 5) y Chinata (Figura 6); presenta 50 – 60% de pendiente en ambas quebradas pronunciándose en las caídas de agua, dando formación a las cataratas Gocta y Chinata.

### Macroinvertebrados acuáticos

En la microcuenca Gocta (Tabla 3) se colectaron 1138 individuos representando 28 familias y 9 órdenes, dentro de los cuales los mayoritarios fueron Ephemeroptera (36,7%), Trichóptera (31,5%), Plecoptera (12,1%), Díptera (7,3%) y Coleoptera (7,2%). Un total de 530 individuos representado en 37 familias y 12 órdenes fueron colectados en la microcuenca Chinata (Tabla 4); dentro de los más representativos se encontraron los órdenes Trichóptera (36,4%), Ephemeroptera (29,1%), Coleoptera (13,0%) y Plecoptera (8,3%).



Figura 4. Estaciones de muestreo en la microcuenca Gocta, Región Amazonas: **a.** EG-1; **b.** EG-2; **c.** EG-3; **d.** EG-4; **e.** EG-5 y **f.** EG-8

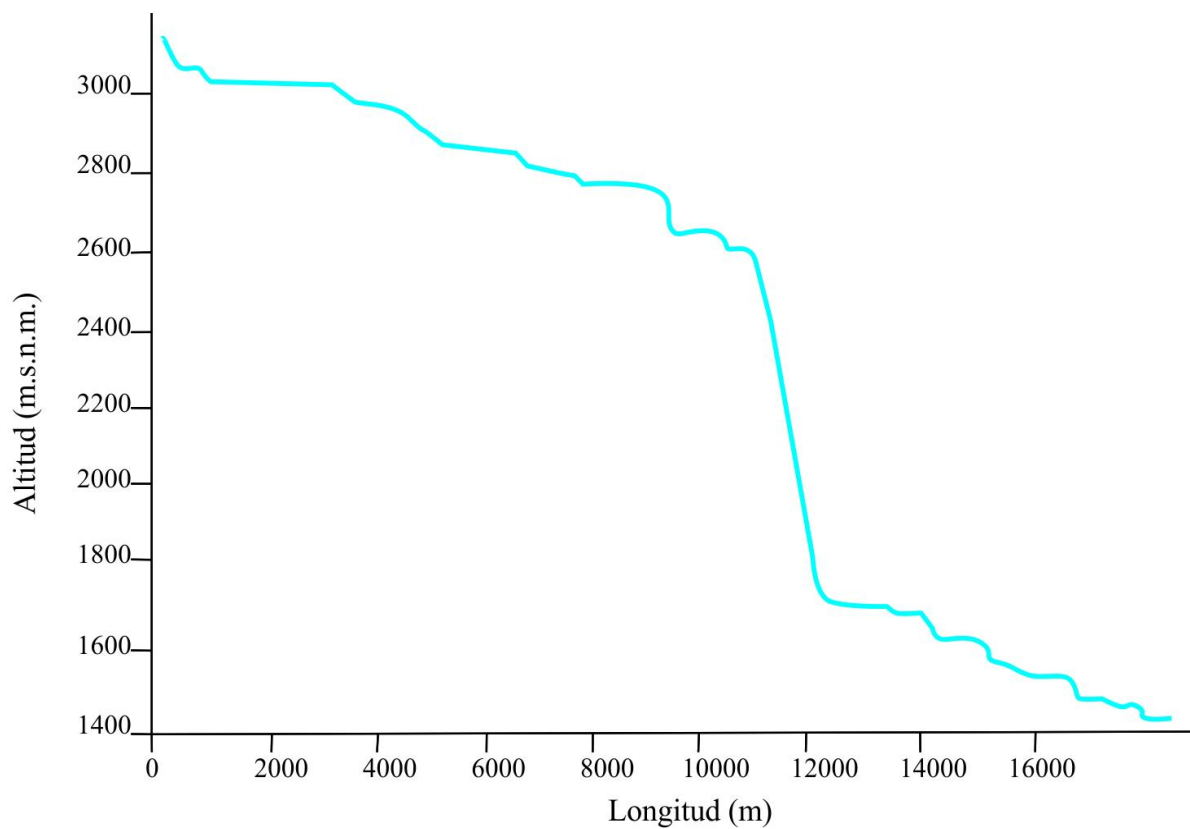


Figura 5. Perfil longitudinal del cauce principal de la microcuenca Gocta, Región Amazonas



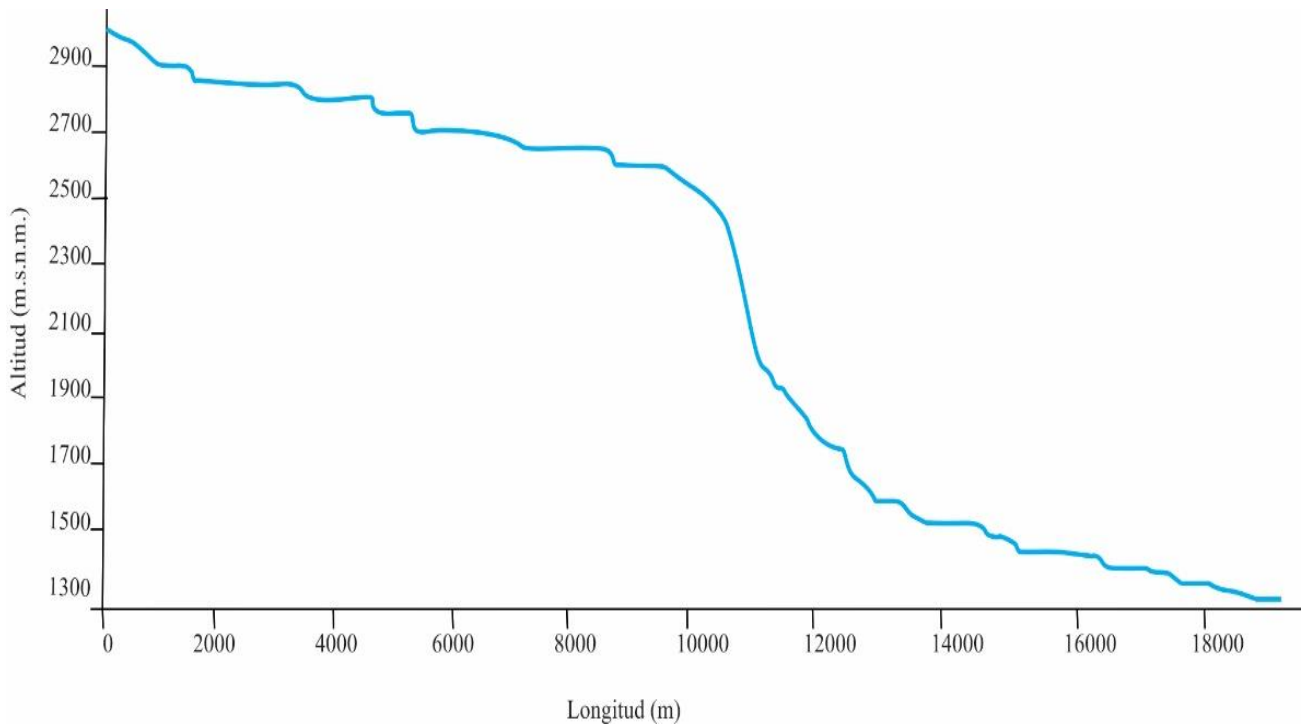


Figura 6. Perfil longitudinal del cauce principal de la microcuenca Chinata, Región Amazonas

Tabla 3. Número de individuos por familia de macroinvertebrados acuáticos en la microcuenca Gocta

ESTACIÓN		EG-1	EG-2	EG-3	EG-4	EG-5	EG-6	EG-7	EG-8	Total
<b>Anelidae</b>	Lumbriculidae	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<b>Ephemeroptera</b>	Baetidae	4	8	32	7	6	39	43	8	147
	Leptohyphidae	0	0	0	2	1	0	1	0	4
	Oligoneuriidae	0	0	0	17	47	131	57	15	267
<b>Odonata</b>	Aeshnidae	10	19	2	0	0	0	0	0	31
	Coenagrionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Plecoptera</b>	Perlidae	0	19	4	4	29	55	24	3	138
<b>Coleoptera</b>	Gyrinidae	7	1	0	0	0	0	0	0	8
	Dysticidae	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	Staphylinidae	0	0	0	0	7	0	2	0	9
	Scirtidae	10	4	0	0	0	0	0	0	14
	Elmidae	7	14	2	4	6	6	8	1	48
	Ptilodactylidae	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	Lampyridae	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<b>Megaloptera</b>	Corydalidae	0	0	0	0	1	14	9	1	25
<b>Trichoptera</b>	Hydropsychidae	0	3	0	2	53	36	102	33	229
	Polycentropodidae	8	2	7	1	7	0	0	0	25
	Glossosomatidae	4	6	4	0	0	3	4	0	21
	Hydrobiosidae	5	5	5	1	1		1	3	21
	Odontoceridae	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	Leptoceridae	38	13	0	0	0	0	0	0	51
	Helicopsychidae	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Helicophidae	1	8	0	0	0	0	0	0	9
<b>Lepidoptera</b>	Crambidae	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	Noctuidae	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<b>Diptera</b>	Tipulidae	0	0	0	1	0	8	3	1	13
	Chironomidae	20	4	0	4	0	0	5	19	52
	Simuliidae	0	3	0	0	0	2	13	0	18
<b>Total</b>		114	109	58	44	162	294	273	84	1138

Tabla 4. Número de individuos por familia de macroinvertebrados acuáticos de la microcuenca Chinata

ESTACIÓN		ECH-1	ECH-2	ECH-3	ECH-4	ECH-5	ECH-6	ECH-7	ECH-8	ECH-9	ECH-10	Total	
<b>Anelidae</b>	Lumbriculidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	
<b>Amphipoda</b>	Gammaridae	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	8	
<b>Gasteropoda</b>	Physidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	
<b>Ephemeroptera</b>	Baetidae	5	21	0	8	3	7	6	4	3	0	57	
	Leptochryidae	0	0	0	0	1	9	0	1	2	0	13	
	Euthyplociidae	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	
	Leptophlebiidae	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3	
	Oligoneuridae	0	0	0	1	3	3	19	21	32	0	79	
<b>Odonata</b>	Aeshnidae	4	2	0	4	1	0	0	0	0	0	11	
	Coenagrionidae	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	3	
<b>Plecoptera</b>	Perlidae	0	0	0	9	3	10	11	2	9	0	44	
<b>Hemiptera</b>	Naucoridae	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	3	
	Membracidae	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2	
<b>Coleoptera</b>	Hydroscaphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
	Scirtidae	0	1	0	0	1	4	0	0	0	0	6	
	Elmidae	3	0	0	3	6	11	3	0	0	0	26	
	Dryopidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
	Lutrochidae	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8	
	Psephenidae	0	0	0	0	0	0	5	2	2	0	9	
	Ptilodactyliidae	0	0	0	8	4	1	0	0	0	0	13	
	Lampyridae	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	
	Chrysomelidae	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
	<b>Megaloptera</b>	Coridalidae	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	4
	<b>Trichoptera</b>	Hydropsychidae	0	0	0	0	1	25	3	0	2	0	31
		Polycenotropodidae	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	3
		Glossosomatidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Hydrobiosidae		0	0	0	0	1	2	3	0	0	0	6	
Odontoceridae		0	0	0	7	2	9	0	0	5	0	23	
Leptoceridae		0	0	0	0	0	9	44	0	1	0	54	
Helicopsychidae		0	0	0	0	6	5	2	11	4	0	28	
Helicophidae		0	0	0	22	25	0	0	0	0	0	47	
<b>Lepidoptera</b>	Arctiidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
<b>Diptera</b>	Tipulidae	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	3	
	Chironomidae	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	
	Simuliidae	6	3	0	1	2	3	3	0	1	0	19	
	Scathophagidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Tachinidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<b>Total</b>		22	29	0	68	68	109	106	45	72	11	530	

**Calidad del agua**

La calidad del agua según los índices BMWP – Col y ABI de las microcuencas Chinata y Gocta, se muestran en las Tablas 5 y 6.

**Calidad del bosque de ribera e índice de hábitat fluvial**

La calidad del bosque de ribera y la diversidad de hábitat fluvial de las microcuencas Chinata y Gocta, se muestran en las Tablas 7 y 8.

Tabla 5. Calidad de agua según los índices BMWP – Col y ABI en la microcuenca Chinata

ESTACIÓN	BMWP - Col		ABI	
	Puntaje	Calidad de agua	Puntaje	Calidad de agua
ECH-1	31	Crítica	20	Malo
ECH-2	32	Crítica	20	Malo
ECH-3	*	*	*	*
ECH-4	83	Aceptable	70	Bueno
ECH-5	123	Buena	105	Muy Bueno
ECH-6	125	Buena	104	Muy Bueno
ECH-7	116	Buena	90	Muy bueno
ECH-8	77	Aceptable	57	Bueno
ECH-9	122	Buena	104	Muy Bueno
ECH-10	4	Muy Crítica	4	Pésimo
<b>PROMEDIO</b>	<b>79</b>	<b>ACEPTABLE</b>	<b>64</b>	<b>BUENO</b>

\*No se realizó la captura de macroinvertebrados

Tabla 6. Calidad de agua según los índices BMWP – Col y ABI en la microcuenca Gocta

ESTACIÓN	BMWP - Col		ABI	
	Puntaje	Calidad de agua	Puntaje	Calidad de agua
EG-1	71	Aceptable	53	Bueno
EG-2	94	Aceptable	73	Bueno
EG-3	64	Aceptable	52	Bueno
EG-4	78	Aceptable	74	Bueno
EG-5	95	Aceptable	70	Bueno
EG-6	62	Aceptable	51	Bueno
EG-7	98	Aceptable	81	Muy bueno
EG-8	58	Dudosa	49	Bueno
<b>PROMEDIO</b>	<b>78</b>	<b>ACEPTABLE</b>	<b>63</b>	<b>BUENO</b>

Tabla 7. Calidad de bosque de ribera (QBR) e índice de hábitat fluvial (IHF) en la microcuenca Chinata

Estación	ECH-1	ECH-2	ECH-3	ECH-4	ECH-5	ECH-6	ECH-7	ECH-8	ECH-9	ECH-10
QBR-And	75	75	75	90	90	90	65	50	10	0
IHF	56	50	57	73	63	60	63	53	47	33

Tabla 8. Calidad de bosque de ribera (QBR) e índice de hábitat fluvial (IHF) en la microcuenca Gocta

Estación	EG-1	EG-2	EG-3	EG-4	EG-5	EG-6	EG-7	EG-8
QBR-And	75	75	60	85	80	55	45	0
IHF	49	59	58	73	69	59	61	48

**Análisis fisicoquímicos**

El resultado de los diferentes análisis realizados *in situ* de los parámetros fisicoquímicos de las

aguas del cauce principal de la microcuenca de Chinata y Gocta se muestra en las Tablas 9 y 10.

Tabla 9. Parámetros fisicoquímicos del agua en la microcuenca Chinata

Estación	C. E. (dS/cm)	pH	T (°C)	O.D. (mg/L)	Ca + Mg (meq/L)	NO <sub>3</sub> – N (mg/L)	PO <sub>4</sub> (mg/L)
ECH-1	0,04	7,1	13,0	13,0	1,00	0,27	0,18
ECH-2	0,00	6,9	13,6	11,0	0,40	0,00	0,18
ECH-3	0,01	6,9	13,6	10,7	1,25	0,27	0,18
ECH-4	0,03	7,2	14,0	10,3	1,25	0,27	0,18
ECH-5	0,13	7,8	14,0	10,1	1,40	0,50	0,18
ECH-6	0,16	8,1	14,0	14,1	2,20	0,50	0,18
ECH-7	0,23	8,3	15,5	13,5	2,40	0,50	0,18
ECH-8	0,20	8,5	18,0	11,8	3,20	0,50	0,25
ECH-9	0,25	8,6	20,4	11,3	3,80	0,50	0,25
ECH-10	0,30	8,3	22,7	4,9	4,60	3,00	2,36

Tabla 10. Parámetros fisicoquímicos del agua en la microcuenca Gocta

Estación	C. E. (dS/cm)	pH	T (°C)	O.D. (mg/L)	Ca + Mg (meq/L)	NO <sub>3</sub> – N (mg/L)	PO <sub>4</sub> (mg/L)
EG-1	0,00	5,6	10,1	10,0	0,6	0,22	0,06
EG-2	0,03	6,8	11,4	10,5	1,6	0,22	0,03
EG-3	0,01	6,5	12,9	12,3	0,6	0,27	0,28
EG-4	0,04	7,4	16,5	10,3	1,6	0,27	0,15
EG-5	0,13	7,7	17,3	10,4	1,6	0,27	0,18
EG-6	0,22	8,3	18,3	11,6	4,4	2,00	0,30
EG-7	0,21	7,9	18,2	11,8	2,4	2,00	0,30
EG-8	0,27	8,6	19,4	11,2	4,2	2,00	0,30

**DISCUSIÓN**

En la microcuenca de Chinata el tramo con más pendiente se encontró aguas arriba de la estación ECH-6; y en Gocta, aguas arriba de las estaciones EG-3 y EG-4. El tipo de perfil en ambas microcuencas ocasiona que las aguas sean rápidas con un cauce lavado (Arango *et al*, 2008) sin mucha acumulación de material finamente particulado.

En las estaciones ECH-1, ECH-2, ECH-3, EG-1 y EG-2, situadas en las cabeceras de

ambas microcuencas, el lecho está conformado por bloques de rocas de tamaños grandes y medianos, piedras y arena en pequeños porcentajes. En las estaciones de transición ECH-4 y ECH-5, en la microcuenca de Chinata, el lecho está conformado por un canal natural de piedra, ocasionado por el desgaste del agua, y a ello se suma la presencia de rocas de tamaño grande y mediano, piedras, gravillas y un bajo porcentaje de arena. En las estaciones de las partes bajas de ambas microcuencas a



excepción de ECH- 10, el lecho y las orillas están conformados por rocas, piedras, gravas, gravillas y guijarros; muchas veces formando diques naturales que se evidencia mayormente en la microcuenca Gocta; la estación antes mencionada tiene la particular característica de poseer un margen artificial y un lecho conformado por rocas de tamaño pequeño, piedras, gravas y gravillas. Según Arango et al. (2008), estas características del lecho proporcionan a los macroinvertebrados mucha disponibilidad de hábitats (corrientes, charcas, rizos, rápidos y cascadas) y la oxigenación del agua suficiente para mineralizar los aportes de materia orgánica mediante oxidación.

Se puede afirmar que en ambas microcuencas existe agua de calidad buena (puntaje biótico promedio de 64 para Chinata y 63 para Gocta) según ABI, y aceptable o ligeramente contaminadas (puntaje biótico promedio de 79 para Chinata y 78 para Gocta) según el BMWP-Col, resultados mayores que los reportados en la evaluación BMWP realizada por Paredes *et al.*, (2004) en el río Wuawuas (Provincia de Bagua, Región Amazonas) donde obtuvieron un puntaje biótico de 67 que clasifica al río con aguas de calidad aceptable con evidentes efectos de contaminación, y para el río Amojú (Provincia de Jaén, Región Cajamarca) donde se obtuvo un puntaje biótico de 38 caracterizándolo como de calidad dudosa a crítica, con aguas contaminadas a muy contaminadas. Este último puntaje es mucho mayor al de la estación ECH-10 (puntaje biótico de 4) pero menor que el de la estación EG-8 (puntaje biótico de 58), donde los sectores bajos de las microcuencas, cerca de la desembocadura en el río Utcubamba, están afectados severamente por el vertimiento de aguas residuales sin tratamiento y con presencia puntual de basureros, caracterizando al agua como de calidad muy crítica y dudosa según el BMWP-Col, con signos de fuerte a moderada contaminación.

El área de estudio es un sector agrícola y pecuario de tipo extensivo, existiendo pastoreo de ganado bovino en propiedades privadas y comunales, siendo el primero en áreas de transición de la parte alta con influencia en bosques primarios y secundarios, y el segundo en pajonales de las cabeceras de microcuencas; en ambos existe contaminación difusa (CIPAV, 2003) por sustancias nocivas producto de las heces del ganado bovino que llegan a las fuentes de agua por escorrentía; en el caso de las estaciones ECH-1, ECH-2 y ECH-3 además de estas sustancias se suman las constantes quemadas de pajonales, que limitan la colonización por parte de insectos y macroinvertebrados. Según el QBR, en la microcuenca de Chinata encontramos que las estaciones ECH-4, ECH-5 y ECH-6

presentan una calidad buena con una vegetación ligeramente perturbada. Las estaciones ECH-1, ECH-2, ECH-3 y ECH-7, presentan calidad intermedia ya que el pajonal y los bosques se encuentran con inicio de alteración importante; la estación ECH-8 presenta mala calidad con alteración de la vegetación fuerte; y las estaciones ECH-9 y ECH-10 presentan una calidad pésima con una degradación extrema, ambas estaciones ubicadas en la zona baja cercano a áreas urbanas y al río Utcubamba.

De acuerdo al IHF, solo las estaciones de la microcuenca de Chinata ECH-4, ECH-5 y ECH-7 presentan un hábitat diversamente heterogéneo, mientras que las estaciones ECH-1, ECH-2, ECH-3, ECH-6, ECH-8 y ECH-9 se caracterizan por tener un hábitat homogéneo, y la estación ECH-10 muestra un hábitat muy homogéneo. En la microcuenca de Gocta solo las estaciones EG-4, EG-5 y EG-7 presentan un hábitat diversamente heterogéneo, al contrario que ocurre en las estaciones EG-1, EG-2, EG-3, EG-6 y EG-8 que poseen un hábitat homogéneo.

En la microcuenca de Gocta, según el QBR, las estaciones EG-4 y EG-5 presentan una calidad buena con una vegetación ligeramente perturbada a diferencia de las estaciones EG-1, EG-2, EG-3 y EG-6 donde la calidad es intermedia, y al igual que en la microcuenca de Chinata, el pajonal y los bosques se encuentran con inicio de alteración importante; la estación EG-7 muestra una mala calidad del bosque ribereño al existir una fuerte alteración de la vegetación; por último la estación EG-8 está caracterizada por una degradación extrema de la vegetación por lo que su calidad es catalogada como pésima.

Se establece que la vegetación de ribera de ambas microcuencas está sufriendo alteraciones muy importantes, esto se demuestra al comparar los resultados obtenidos en las estaciones ECH-4, ECH-5, ECH-6, EG-4 y EG-5, ya que estos son menores comparados con los resultados obtenidos por el NCI (2007), que al realizar la evaluación del índice QBR en la sub Cuenca del río Quiroz (Perú-Ecuador) encontraron que la estación SQ-10 (Quebrada Laguna en Suyo) y la estación SQ-13 (Quebrada Chames), presentan muy buena calidad de bosque de ribera (puntuación QBR de 100 para ambas estaciones) y hábitat relativamente homogéneo (puntuación IHF de 66 y 63 respectivamente), donde el bosque de ribera se encontró sin alteraciones en su estado, y en el cauce se encontró sustrato pedregoso y arenoso con

presencia de perifiton y troncos sumergidos grandes y medianos. Hay que tener en cuenta que la primera estación es una zona a 1127 msnm con mucha vegetación arbórea, arbustiva y prevalencia de gramíneas, y la segunda con presencia de abundante vegetación de poáceas, asteráceas, arbustos y árboles a una altitud entre 3059 y 3250 msnm. Caso contrario ocurre en las estaciones ECH-1, ECH-2, ECH-3, EG-1 y EG-2, cabeceras de cuenca con gran presencia de gramíneas, que tienen menor calidad de bosque de ribera y habitats homogéneos, producto de una de las actividades que más modifican la cubierta vegetal de la orilla: las constantes quemadas con el fin de mejorar los pastizales para el ganado.

De la comparación de conductividad y temperatura del agua entre ambas microcuencas, se puede apreciar que estos parámetros tienen tendencia a incrementar sus valores a medida que descendemos en altitud; la primera debido al lavado de los cauces que incorpora sales al agua y la segunda a causa de ubicarse en zonas de clima más templado.

Los resultados del análisis demuestran que el pH, OD, nitratos y fosfatos en las estaciones se encuentran dentro del rango permisible de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua en la categoría de conservación del ambiente acuático en ríos de sierra, a excepción de las estaciones ECH-9 y EG-8 donde el pH en ambas fue de 8,6.

El pH de las aguas naturales se debe a la naturaleza del terreno atravesado y varía habitualmente entre 7,2 y 7,6. Sin embargo, las aguas muy calcáreas tienen un pH elevado y las que provienen de terrenos pobres en calizas o silicatos tienen pH próximo a 7 y algunas veces un poco inferior, aproximadamente 6 (Rodier, 1998).

La estación ECH-10 presenta bajas concentraciones de oxígeno disuelto (4,9 mg/L) y altas concentraciones de fosfatos (2,36 mg/L), valores que se encuentran fuera de los estándares nacionales; según CORPOICA (2010), la concentración de fosfatos en forma artificial evidencia la contaminación por fertilizantes, detergentes, aguas residuales y restos de mataderos de animales; y son responsables de la eutrofización (crecimiento exagerado de algas y disminución del oxígeno disuelto) de las aguas, esto se puede corroborar ya que la población de Jazán vierte directamente sus aguas servidas y basura a la quebrada Chinata.

## CONCLUSIONES

- La calidad ecológica del agua en las zonas medias y altas en ambas microcuencas, de acuerdo a los bioindicadores bosque de ribera, hábitat fluvial y macroinvertebrados acuáticos, es regular o buena.
- A medida que se desciende en altura y se aproxima a las partes bajas de la microcuenca, se va incrementando el grado de alteración generando aguas con calidad dudosa a muy crítica producto de contaminación antrópica, tal como se muestra en las estaciones ECH-10 y EG-8, donde según los índices BMWP y ABI tienen una puntuación de 58 y 49 para la microcuenca Gocta y 4 para Chinata.
- Los tramos críticos se encuentran en las cabeceras de cuenca, que se ven afectadas cada vez más por las constantes quemadas de los pajonales alterando la naturalidad de las riberas, lo que a su vez limita la producción de aguas de calidad. Se suma a ello la contaminación difusa a causa de la ganadería bovina extensiva, como se demuestra en las estaciones ECH-1, ECH-2 y ECH-3 presentándose tramos con puntuación entre 31 y 20 para los índices BMWP y ABI.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, R; Ríos, B; Rieradewall, M y Prat, N. 2009. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limniteca* 28 (1): 35–64.
- Agencia Catalana del l'Aigua. 2006. Protocolo para la valoración de la calidad hidromorfológica de los ríos. España. 160 p.
- Alba – Tercedor, J. 1996. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de aguas de los ríos. IV Simposio del Agua (SIAGA). 2:203-213.
- Arango, M; Fernanda, L; Arango, G; Torres, O y Monsalve, A. 2008. Calidad de aguas de las quebradas la Cristalina y la Risaralda, San Luis, Antioquia. Escuela de Ingeniería de Antioquia. N°. 9: 121-141p
- CEE (Centro de Estudios Estratégicos de Instituto Peruano de Acción Empresarial-IPAE). 2009. Aprovechando mejor el agua en la agricultura: El caso de los cultivos de agroexportación. Lima. CEE. 27 pp.

- CIPAV (Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de producción Agropecuaria). 2003. Manual para la evaluación biológica de ambientes acuáticos en microcuencas ganaderas. Ed. J Chacra. Cali, Co. 76 p.
- Confederación Hidrográfica del Ebro. 2005. Metodología para el establecimiento el estado ecológico según la directiva marco del agua: Protocolos de muestreo y análisis para invertebrados bentónicos. Zaragoza, ES. 47 p.
- CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2010. Evaluación de la calidad de agua en una microcuenca como herramienta para diseñar un esquema de pago por servicios ambientales. “Estudio de caso: Calidad y cantidad de agua en la microcuenca de caño Grande. Guamal y Castilla La Nueva (META)” (diapositivas). Albert Gutiérrez. Chachapoyas, PE. Curso internacional de desarrollo agroforestal y evaluación climática en escenarios de microcuencas hidrográficas. 55 diapositivas, color.
- Domínguez, E. y H.R. Fernández. Eds. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, AR. 654 p.
- Elosegi, A. y Sabater, Sergi. 2009. Conceptos y técnicas en ecología fluvial. ES. 448 p.
- Elosegi, A. y Sabater, S. 2009. Conceptos y técnicas en ecología fluvial. Bilbao. ES. 448 p.
- Giraldo, B. 2004. Guía de promoción y desarrollo comunitario para asegurar la calidad del agua en los países en desarrollo. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Lima, PE. 78p.
- IIAP (Instituto de la Amazonia Peruana)/GRA (Gobierno Regional Amazonas). 2010. Zonificación Ecológica y Económica del Departamento de Amazonas. Lima, PE. 196 p.
- Hach Company. 1992. SIW – 1 Soil and Irrigation Water Manual - CAT. H-24960-00. US. 56 p.
- Lanza, G de la; Hernández, S y Carbajal, J. 2000. Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (Bioindicadores). MX. 633.
- Mafla, M. 2005. Guía para evaluaciones ecológicas rápidas con indicadores biológicos en ríos de tamaño mediano Talamanca - Costa Rica. CATIE (Centro agronómico Tropical de investigación y Enseñanza). Turrialba. CR. 86 p.
- Miller, G. Tyler. 2002. Ciencia ambiental: Preservemos la tierra. 5 ed. MX. Thomson. 456
- NCI (Naturaleza y Cultura Internacional): Proyecto Binacional Catamayo Chira – Proyecto Twinlatin. 2007. Valoración ecológica de los cuerpos de agua de la subcuenca del río Quiroz.
- Paredes, C; Iannacone, J y Alvaríño, L. 2005. Uso de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad de agua en el río Rímac, Lima – Callao, Perú. Revista Peruana de Entomología 31 (2): 219–225.
- Paredes, C; Iannacone, J. y Alvaríño, L. 2004. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de la calidad de agua en dos ríos de Cajamarca y Amazonas, Perú. Revista peruana entomológica 44: 107 -118.
- Posada, J. y Roldan, G. 2003. Clave ilustrada y diversidad de larvas de trichoptera en el noroccidente de Colombia. Caldasia 25 (1): 169 – 192.
- Rodier, J. 1998. Análisis de las aguas. Trad. S Balagué. Barcelona. ES. Omega S.A. 1047 p.
- Roldan, G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: propuesta para el uso del método BMWP - Col. Ed. Universidad de Antioquia. Medellín, CO. 170 p.
- Rosemberg, D. y Resh V. 1993. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman & Hall. New York, US. 488 p.
- Saboni, N; Carvajal, Y y Escobar, J. 2007. Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. Ingeniería e investigación 27 (3): 172 - 181.
- Smith, R y Smith, T. 2001. Ecología. 4ta Ed. Addison Wesley. 642 pp.
- Villón, M. 2002. Hidrología. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Lima, PE. 436 p

## CORRESPONDENCIA

Jeimis Royler Yalta Meza  
jryalta@indes-ces.edu.pe