



UNAP



**FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE
INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

T E S I S

**“PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y SU INFLUENCIA EN LA
ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS
BENTÓNICOS DE QUEBRADAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA
DEL EJE CARRETERO IQUITOS, NAUTA, LORETO, PERÚ,
2019”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR:
MARJORIE OCHOA VASQUEZ**

**ASESORES:
ING. JUAN LUIS ROMERO VILLACREZ, M.Sc.
BLGA. MIRIAM ADRIANA ALVAN AGUILAR DE CHU, M.Sc.**

IQUITOS, PERÚ

2020



FACULTAD DE AGRONOMIA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE
INGENIERIA EN GESTIÓN
AMBIENTAL



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N°018-CGYT-FA-UNAP-2020

En Iquitos, mediante la plataforma virtual de Zoom, a los 11 días del mes de setiembre del 2020, a horas 07:00 p.m., se dio inicio a la sustentación pública del Trabajo de investigación titulado: "**PARAMETROS FISICOQUÍMICOS Y SU INFLUENCIA EN LA ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS BENTONICOS DE QUEBRADAS DEL AREA DE INFLUENCIA DEL EJE CARRETERO IQUITOS, NAUTA, LORETO, PERU, 2019**", aprobado con Resolución Decanal N°021-CGYT-FA-UNAP-2019, presentado por la Egresada **MARJORIE OCHOA VASQUEZ**, para optar el Título Profesional **DE INGENIERO (A) EN GESTION AMBIENTAL** que otorga la Universidad de acuerdo a la Ley y Estatuto.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal **N° 022-CGYT-FA-UNAP-2020**, está integrado por:

ING. JORGE AQUILES VARGAS FASABI, M.Sc.
BLGO. ENRIQUE RIOS ISERN, Dr.
ING. ANA MARIA RENGIFO PANDURO, Dra.

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas:

SATISFACTORIAMENTE.

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

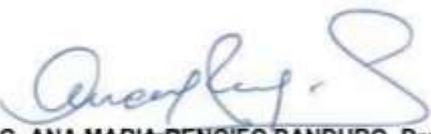
La Sustentación pública y el trabajo de investigación han sido: **APROBADA** con la calificación **BUENA**.

Estando la Egresada **APTA** para obtener el Título Profesional de **INGENIERO (A) EN GESTION AMBIENTAL**.

Siendo las **8:45 pm**, se dio por terminado el acto **ACADEMICO**.


ING. JORGE AQUILES VARGAS FASABI, M.Sc.
Presidente (a)


BLGO. ENRIQUE RIOS ISERN, Dr.
Miembro


ING. ANA MARIA RENGIFO PANDURO, Dra.
Miembro


ING. JUAN LUIS ROMERO VILLACREZ, M.Sc.
Asesor


BLGA. MIRIAM ADRIANA ALVAN AGUILAR DE CHU, M.Sc.
Asesora

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN
AMBIENTAL**

Tesis aprobada en sustentación pública el día 11 de setiembre del 2020, por el jurado Ad-Hoc designado por el Comité de Grados y Títulos, para optar el título profesional de:

INGENIERA EN GESTIÓN AMBIENTAL



ING. JORGE AQUILES VARGAS FASABI, M.Sc.
Presidente (a)



BLGO. ENRIQUE RIOS ISERN, Dr.
Miembro



ING. ANA MARIA RENGIFO PANDURO, Dra.
Miembro



ING. JUAN LUIS ROMERO VILLACREZ, M.Sc.
Asesor



BLGA. MIRIAM ADRIANA ALVAN AGUILAR DE CHU, M.Sc.
Asesora



ING. DARVIN NAVARRO TORRES, Dr.
Decano (e)



DEDICATORIA

A Dios todo poderoso, por haberme permitido concluir con éxito mis estudios universitarios.

AGRADECIMIENTO

A Dios, que siempre me acompaña y me da la fuerza necesaria para seguir superándome.

A mi alma mater, la **Universidad Nacional de la Amazonía Peruana**, por los conocimientos adquiridos en mis estudios universitarios.

Al **Ing. Juan Luis Romero Villacrez** y a la **Biga. Miriam Adriana Alvan Aguilar De Chu** por su valioso aporte en la orientación y asesoramiento de la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
HOJA DE FIRMAS.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	3
1.1. ANTECEDENTES.....	3
1.1.1. Antecedentes de los estudios realizados en América Latina	3
1.1.2. Antecedentes de los estudios realizados en Perú.....	6
1.1.3. Antecedentes de estudios realizados en Amazonía peruana.....	8
1.2. BASES TEÓRICAS.....	8
1.2.1. Parámetros fisicoquímicos.....	8
1.2.1.1. Temperatura	9
1.2.1.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).....	9
1.2.1.3. Amoniacó (NH ₃), nitritos (NO ₂ ⁻) y nitratos (NO ₃).	10
1.2.1.4. Oxígeno disuelto (OD).	10
1.2.1.5. Potencial de hidrogeno (pH).	10
1.2.1.6. Sólidos suspendidos totales (SST).....	11
1.2.1.7. Conductividad eléctrica (CE).....	11
1.2.1.8. Dureza.	12
1.2.2. Ríos amazónicos.....	12
1.2.3. Calidad de agua.	13
1.2.4. Estándares de calidad ambiental para cuerpos de agua en Perú.....	14
1.2.4.1. Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para agua.....	14

1.2.5. Macroinvertebrados bentónicos.....	15
1.2.5.1. Macroinvertebrados en la bioindicación.....	15
1.2.5.1.1. Importancia de los macroinvertebrados.....	17
1.2.5.2. Taxa de los macroinvertebrados bentónicos.....	17
1.2.5.2.1. Orden Ephemeroptera.....	17
1.2.5.2.2. Orden Trichoptera.....	18
1.2.5.2.3. Orden Odonata.....	19
1.2.5.2.4. Orden Díptera.....	19
1.2.5.2.5. Orden Coleoptera.....	20
1.2.5.2.6. Orden Megaloptera.....	21
1.2.5.2.7. Orden Plecoptera.....	21
1.2.5.2.8. Orden Decápoda.....	21
1.2.5.2.9. Clase Oligochaeta.....	22
1.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS.....	22
CAPÍTULO II. HIPOTESIS Y VARIABLES.....	23
2.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	23
2.2. VARIABLES Y SU OPERACIONALIZACIÓN.....	23
2.2.1. Identificación de las variables.....	23
2.2.2. Operacionalización de las variables.....	24
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	25
3.1. TIPO Y DISEÑO.....	25
3.1.1. Tipo de investigación.....	25
3.1.2. Diseño de la investigación.....	25
3.2. DISEÑO MUESTRAL.....	25
3.2.1. Población de estudio.....	25
3.2.2. Muestra.....	25
3.3. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	27
3.3.1. Evaluación fisicoquímica del agua de las quebradas.....	27
3.3.2. Colecta de macroinvertebrados bentónicos.....	30
3.3.3. Análisis de las muestras bentónicas.....	30
3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	31
3.5. ASPECTOS ÉTICOS.....	32
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	33
4.1. ESTUDIO FISICOQUÍMICO DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.....	33
4.1.1. Oxígeno disuelto.....	33
4.1.2. Conductividad.....	34
4.1.3. Temperatura.....	35

4.1.4. Potencial de hidrógeno.....	36
4.1.5. Nitrito.....	37
4.1.6. Amonio.....	38
4.1.7. Alcalinidad.....	39
4.1.8. Dióxido de carbono.....	40
4.1.9. Cloro.....	41
4.2. ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS.....	42
4.2.1. Abundancia y Dominancia.....	42
4.2.2. Diversidad.....	46
4.2.3. Análisis de Componentes Principales (ACP).....	47
4.2.4. Relaciones entre los grupos taxonómicos de macroinvertebrados bentónicos y las variables fisicoquímicas.....	49
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....	52
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES.....	55
CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES.....	56
CAPÍTULO VIII. FUENTES DE INFORMACION.....	57
ANEXOS.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos –Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.....	14
Tabla 2. Puntos de muestreo de las 10 quebradas evaluadas.....	26
Tabla 3. Abundancia y dominancia de especies en las 10 quebradas del área de influencia gdel eje carretero Iquitos-Nauta.	42
Tabla 4. Matriz de correlaciones-Avenida.....	50
Tabla 5. Matriz de correlaciones-Estiaje.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Vista aérea de la zona de muestreo 01. Fuente: Google Earth Pro 2018.....	26
Figura 2. Vista aérea de la zona de muestreo 02. Fuente: Google Earth Pro 2018.....	27
Figura 3. Esquema de puntos de muestreo por cada quebrada evaluada.	27
Figura 4. Variación del oxígeno disuelto en época de avenida y estiaje de 10 quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta.	33
Figura 5. Variación de la conductividad en época de avenida y estiaje de 10 quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta.	34
Figura 6. Variación de la temperatura en época de avenida y estiaje de 10 quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta.	35
Figura 7. Variación del pH en época de avenida y estiaje de 10 quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta.	36
Figura 8. Variación de nitrito en época de creciente y vaciante de 10 quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta.	37
Figura 9. Variación del amonio en época de creciente y vaciante de 10 quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta.	38

Figura 10.	Variación de alcalinidad en época de creciente y vaciante de 10 quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta.	39
Figura 11.	Variación de dióxido de carbono en época de creciente y vaciante de 10 quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta.	40
Figura 12.	Variación de cloro en época de creciente y vaciante de 10 quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta.	41
Figura 13.	Abundancia relativa de las taxas de macroinvertebrados bentónicos encontrados en las 10 quebradas del área de influencia del eje carretero-Época de avenida.....	43
Figura 14.	Abundancia relativa de las taxas de macroinvertebrados bentónicos encontrados en las 10 quebradas del área de influencia del eje carretero-Época de estiaje.....	44
Figura 15.	Abundancia de macroinvertebrados bentónicos encontrados en las estaciones de muestreo. Época de avenida y estiaje	45
Figura 16.	Riqueza de especies observadas y esperadas en época de avenida y estiaje.	46
Figura 17.	Análisis de Componentes Principales con matriz de covarianza a partir de los parámetros fisicoquímicos analizados en época de avenida.....	47
Figura 18.	Análisis de Componentes Principales con matriz de covarianza a partir de los parámetros fisicoquímicos analizados en época de estiaje.	48
Figura 19.	Análisis de Componentes Principales con matriz de covarianza a partir de los grupos taxonómicos analizados en época de avenida.....	48
Figura 20.	Análisis de Componentes Principales con matriz de covarianza a partir de los grupos taxonómicos analizados en época de estiaje.....	49

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Parámetros fisicoquímicos evaluados en época de avenida.....	66
Anexo 2. Parámetros fisicoquímicos evaluados en época de estiaje	67
Anexo 3. Abundancia y riqueza en época de avenida	68
Anexo 4: Abundancia y riqueza en época de estiaje.....	70
Anexo 5. Total de individuos capturados por estaciones de muestreo- Época de avenida.....	72
Anexo 6. Total de individuos capturados por estaciones de muestreo- Época avenida-Época de estiaje.	73
Anexo 7. Galería de fotos	74

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar las características fisicoquímicas del agua de las quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta en época de avenida y estiaje; comparar los parámetros fisicoquímicos con el Estándar de Calidad Ambiental para Agua DECRETO SUPREMO N°004-2017-MINAM; estimar la abundancia, dominancia y diversidad de macroinvertebrados bentónicos y evaluar la influencia de los parámetros fisicoquímicos en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos.

Se muestrearon un total de 10 quebradas en época de avenida y estiaje (mayo y setiembre 2019). Se evaluaron las características fisicoquímicas del agua de las quebradas y se comparó con el ECA-Agua. Por las 10 quebradas muestreadas se colectó un total de 5028 macroinvertebrados; 2569 en época de avenida y 2459 en época de estiaje. Tanto en época de avenida como en estiaje el taxón más abundante fue Chironomidae. Se registró mayor dominancia de familias en época de avenida 0.72 (Simpson 1-D), siendo Chironomidae la taxa más dominante en ambas épocas de colecta. Las quebradas Habanillo y Paujil registraron mayor diversidad en época de avenida, y Lindero y Paujil en época de estiaje. El análisis de correlación múltiple (Coeficiente de correlación de Spearman) reportó una mayor correlación entre la dureza, cloro, conductividad y alcalinidad con algunos grupos taxonómicos; los demás parámetros evaluados no presentaron ninguna correlación con los grupos taxonómicos. (Community Analysis Package-4 (CAP-4)).

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the physicochemical characteristics of the water in the streams of the area of influence of the Iquitos-Nauta highway in the flood and low water season; compare the physicochemical parameters with the Standard of Environmental Quality for Water SUPREME DECREE N ° 004-2017-MINAM; to estimate the abundance, dominance and diversity of benthic macroinvertebrates and to evaluate the influence of the physicochemical parameters on the structure of the benthic macroinvertebrate community.

A total of 10 streams were sampled in flood and dry season (May and September 2019). The physicochemical characteristics of the stream water were evaluated and compared with the ECA-Water. From the 10 streams sampled, a total of 5028 macroinvertebrates were collected; 2569 in the avenue season and 2459 in the dry season. Both in flood and dry season, the most abundant taxon was Chironomidae. There was a greater dominance of families in the 0.72 flood season (Simpson 1-D), with Chironomidae being the most dominant taxa in both collection seasons. The Habanillo and Paujil streams registered greater diversity in the flood season, and Lindero and Paujil in the dry season. The multiple correlation analysis (Spearman's correlation coefficient) reported a higher correlation between hardness, chlorine, conductivity and alkalinity with some taxonomic groups; the other parameters evaluated did not show any correlation with the taxonomic groups. (Community Analysis Package-4 (CAP-4)).

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Iquitos en las últimas décadas ha experimentado un acelerado proceso de urbanización, derivado de los desplazamientos poblacionales originados en el campo con dirección a la ciudad (**Rodríguez, 1994**). Estas expansiones demográficas han traído consigo numerosas transformaciones del territorio (**PDU-IQUITOS**); además, de problemas ambientales, como la degradación de los ecosistemas acuáticos; puesto que la población se concentra a lo largo de las zonas de bosques inundables, terrazas de los grandes ríos (**Moschella, 2019**) y quebradas, provocando modificaciones en los cuerpos de agua.

La degradación de los ecosistemas acuáticos ha sido motivo de preocupación, lo que ha impulsado un creciente interés en el desarrollo de sistemas y metodologías que permitan conocer su grado de alteración debido a causas naturales y/o antropogénicas (**Carvacho, 2012**). Para este fin se han desarrollado criterios físicos, químicos y biológicos que permiten estimar el efecto y la magnitud de las intervenciones humanas en estos ecosistemas.

El uso de parámetros fisicoquímicos para evaluar la calidad del agua ha sido ampliamente utilizado en todo el mundo debido a la precisión de los resultados (**Betancourth, 2007**), rapidez de los análisis y por la frecuencia de los monitoreos; además, de permitir evaluar la calidad del agua destinada para diferentes tipos de usos (**Samboni, Carvajal, & Escobar, 2007**).

En ese sentido, en los últimos años los principales ríos amazónicos y sobre todo en el río Nanay se han desarrollado una serie de estudios con la finalidad de evaluar la calidad de sus aguas y garantizar su conservación (**Autoridad Nacional del Agua**), pero se ha dejado de lado los cuerpos de aguas adyacentes como son las quebradas, que de una u otra forma desempeñan un rol importante en el ambiente y en el desarrollo de la vida de los pobladores locales, debido a los diferentes servicios ambientales que brindan.

Asimismo, no existen datos disponibles sobre cómo influyen los parámetros fisicoquímicos en la estructura (abundancia, riqueza, dominancia y diversidad) de organismos bentónicos en Amazonía peruana. Se ha documentado la relación que existe entre un organismo bentónico y un ambiente en particular, pero, esta correlación se asocia únicamente con ciertas variables ambientales; como, materia orgánica presente en el medio o con la textura del sedimento, dejando de lado otras variables ambientales (**Torres-Martínez, et al., 2016; Aslan-Cihangir H. & M.A., Pancucci-Papadopoulou. 2012**).

Dentro de esa perspectiva, surge la necesidad de realizar un estudio fisicoquímico del agua de las quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta; estas quebradas forman parte de la cuenca del río Nanay; una de las cuencas más importantes de la región Loreto, por ser la principal proveedora de bienes y servicios de la ciudad de Iquitos (**Guzmán, et al. 2009**). Es además, la fuente proveedora de agua de Iquitos, la ciudad más importante de la Amazonía peruana (**Autoridad Nacional del Agua**).

El presente proyecto de investigación permitió analizar las condiciones fisicoquímicas de 10 quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta, en época de avenida y estiaje. Asimismo, se analizó cómo estos parámetros fisicoquímicos están influyendo en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, organismos que desempeñan un rol importante en la cadena trófica de los sistemas dulceacuícolas, además de ser excelentes indicadores biológicos de la calidad del agua (**Molina & Rueda, 2012**).

Este trabajo se desarrolló, con el apoyo del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, CONCYTEC-FONDECYT y BANCO MUNDIAL.

La información generada en este estudio servirá como un aporte en la evaluación y monitoreo de quebradas de la región Loreto.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES.

1.1.1. Antecedentes de los estudios realizados en América Latina.

En América Latina existe una gran variedad de trabajos realizados con macroinvertebrados bentónicos y parámetros fisicoquímicos; entre estas tenemos:

En **2006, Giacometti & Bersosa** desarrollaron una investigación de tipo descriptiva, que incluyó como población de estudio los macroinvertebrados acuáticos del río Alambi en Ecuador, donde se estudió la influencia de un tipo de contaminación rutinaria sobre la calidad biológica del agua discriminando variables de altura (msnm) y caudal (m^3/s) durante las distintas épocas del año. Al realizar la evaluación biológica como fisicoquímica se concluyó que para el año 2001 la calidad del agua del río Alambi en un contexto general es de buena calidad, igualmente buena capacidad de auto-depuración y apta para ser preservada y utilizada como un recurso para la conservación de la flora y fauna de la zona. Además, sugiere que la temperatura es el factor mayor para la riqueza y composición de especies de invertebrados acuáticos. La altura/temperatura en condiciones normales varía la estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos (MAIA), donde un río con adecuada auto-depuración puede registrar mejora de calidad en zonas más bajas pese a la influencia de una contaminación rutinaria.

Utilizando el mismo método descriptivo, en el 2007, en una población de macroinvertebrados acuáticos del río Portoviejo-Ecuador tramo superior

(El Cady), tramo intermedio (parque ecológico “El Mamey”) y tramo inferior (Picoazá), perteneciente al cantón Portoviejo, se identificó 7 órdenes de insectos acuáticos, 1 orden de insectos semiacuáticos y 3 taxa de otros (Decapoda, Mollusca y Oligochaeta), con un total de 13 950 individuos. Del mismo modo, se determinó que existe una relación directa entre algunos parámetros fisicoquímicos (temperatura, oxígeno disuelto y conductividad) y la abundancia de algunas ordenes de insectos (**Betancourth, 2007**).

Molina et al. (2008). En sus investigación *Aquatic macroinvertebrate structure in a high-andean stream of the Cordillera Real, Bolivia: Annual and longitudinal variations in relation to environmental factors*, describieron la estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en un río altoandino de la cuenca amazónica boliviana, teniendo en cuenta la variación anual y longitudinal en relación a factores ambientales; encontrando que este río libre de influencias antropogénicas, presenta una baja heterogeneidad longitudinal pero importantes variaciones de flujo, debido a que como muchos ríos altoandinos este es alimentado y regulado por un glaciar tropical (Mururata), pero que a causa del calentamiento global está desapareciendo, teniendo consecuencias importantes en la fauna. Asimismo, mediante herramientas estadísticas de análisis multivariado demostraron que la densidad y la riqueza de las poblaciones de macroinvertebrados están influenciadas por las variaciones de descarga hidráulica.

Rivera (2011). Desarrolló una investigación de tipo descriptiva que incluyó como población de estudio a los macroinvertebrados acuáticos del humedal Jaboque Bogotá-Colombia. La investigación determinó la

relación entre la composición y biomasa de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos y las variables físicas y químicas en el humedal Jaboque Bogotá-Colombia. El trabajo concluyó que la composición de macroinvertebrados acuáticos fue variada; la riqueza tuvo diferencias significativas espacial y temporalmente, con mayor valor en época lluviosa. La temperatura, el amonio, el oxígeno y la DBO5 cambiaron entre periodos climáticos.

Carvacho (2012). En su tesis titulada *Estudio de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y desarrollo de un índice multimétrico para evaluar el estado ecológico de los ríos de la Cuenca del Limarí en Chile*, menciona que la comunidad de macroinvertebrados presenta un patrón de distribución determinado principalmente por factores hidromorfológicos y fisicoquímicos, como el hábitat fluvial, la vegetación de ribera, la temperatura y la conductividad, especialmente en la zona media y baja de la cuenca, donde la agricultura, el emplazamiento de embalses y las zonas urbanas generan el mayor impacto. El trabajo concluyó que la metodología multimétrica es una herramienta útil en la determinación del estado ecológico del sistema fluvial de la cuenca del Limarí, pudiendo ser un método para la evaluación y monitoreo de otras cuencas semiáridas del norte de Chile.

Núñez & Fragoso (2019). Desarrollaron una investigación de tipo descriptiva, titulado "Uso de Macroinvertebrados Acuáticos como Bioindicadores de Contaminación del Agua de la Ciénaga Mata de Palma. La presente investigación se ejecutó en la Ciénaga Mata de Palma, Colombia. El objetivo fue evaluar la calidad e implementar acciones de preservación, monitoreo y gestión del ecosistema acuático; para ello se

emplearon el índice BMWP/Col, índices ecológicos de Shannon, Simpson, Margalef y Pielou.

Con la investigación se identificaron un total de 722 organismos asociados a macrofitas, 439 en periodo de lluvias y 283 en periodo seco. Concluyendo que el mayor número de organismos y riqueza taxonómica se encontró asociado con las macrofitas acuáticas, siendo este sustrato el que presentó los valores más altos de diversidad, lo que demuestra el papel que juega la vegetación acuática en la distribución de los macroinvertebrados en los sistemas lenticos.

1.1.2. Antecedentes de los estudios realizados en Perú.

Los trabajos realizados con macroinvertebrados bentónicos en nuestro país son escasos, a diferencia de otros países que cuentan con muchos años de investigación y una variedad de información recopilada.

Entre las investigaciones desarrolladas tenemos las siguientes:

Tapia, et al., (2018). En sus investigación titulada *Benthic invertebrates as bioindicators of wáter quality lagoons altoandins of Perú*, estimaron la diversidad y abundancia de invertebrados bentónicos en lagunas altoandinas del Perú para determinar su posible uso como indicadores biológicos. Para la investigación muestrearon un total de 16 lagunas, 4 en la cuenca del río Rímac y 12 en la cuenca del Mantaro durante la época seca (junio-octubre 2015). Se determinó un total 34 familias, el Phylum Arthropoda obtuvo la mayor riqueza relativa y abundancia relativa de organismos (72.3% y 89.1%), seguidos del Phylum Annelida (12.8% y 4.3%, respectivamente), Mollusca (6.4% y 5.4%, respectivamente) y Platyhelminthes (8.5% y 1.2%, respectivamente). Para el análisis de los datos se desarrollaron varios análisis estadísticos, entre estos; el Análisis

de Correlación Canónica (CCA) que permitió relacionar los organismos bentónicos con los parámetros fisicoquímicos. La investigación concluye que las familias Chironomidae, Cyprididae, Corixidae y Hyalellidae resultaron ser más resistentes a las condiciones ambientales alteradas por materia orgánica y metales pesados.

Bullón (2016). En su tesis *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua en la cuenca del río Perené, Chanchamayo*, caracterizó la calidad de las aguas del río Perené utilizando índices biológicos, complementándolo con los parámetros fisicoquímicos. Para la investigación se determinaron 9 puntos de monitoreo, de donde se colectaron muestras de agua para analizarlos y contrastarlos con los ECA. Para la colecta de macroinvertebrados bentónicos se empleó una red Surber y se determinaron los índices de Shannon-Weaver (H'), Índice Biótico de Familias (IBF), Biological Monitoring Working Party adaptado a Colombia (BMWP/col) y el índice de Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT). La investigación concluye que algunos parámetros fisicoquímicos están por encima de lo establecido en el ECA.

Ore (2016). En su investigación de tipo descriptiva y diseño no experimental, evaluó *la contaminación del agua ocasionada por actividades piscícolas del río Chía en el distrito de Ingenio – Huancayo*. El trabajo concluyó que los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, no indicaron serios efectos de perturbación en el ecosistema acuático ya que se hallaron dentro de los límites de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua - 2015, al no advertirse alteraciones o serios problemas de contaminación.

1.1.3. Antecedentes de estudios realizados en Amazonía peruana.

Bocanegra-Chung, I; Perea-Saavedra, Z & Alvan-Aguilar, M. (2011).

En sus investigación de tipo descriptiva titulada *Evaluación de las comunidades de macroinvertebrados asociados a tres especies de macrófitas acuáticas en la laguna de Moronacocha, Iquitos*, encontraron que la composición de macroinvertebrados acuáticos en el Lago Moronacocha, no está influenciada por el tipo de macrófita que existe en ella; asimismo, con esta investigación evaluaron parámetros fisicoquímicos como; la temperatura, pH y oxígeno disuelto. El trabajo concluyo que no existe diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$), en cuanto la riqueza y abundancia de macroinvertebrados acuáticos entre las tres macrófitas evaluadas. En las tres macrófitas evaluadas, la clase Insecta fue la más representativa en riqueza (P. stratiotes = 21, E. crassipes = 18 y E. polystachya = 22) y abundancia (P. stratiotes = 445, E. crassipes = 368 y E. polystachya = 298) de familias de macroinvertebrados acuáticos en el Lago Moronacocha.

1.2. BASES TEÓRICAS.

1.2.1. Parámetros fisicoquímicos.

El agua es un recurso limitado, y uno de los componentes más fundamentales para el desarrollo de la vida y esencial para una amplia gama de actividades económicas (**Teves, 2016**). Del total de la cantidad de agua en el planeta, únicamente el 2,5% es agua dulce (**Fernández Cirelli, 2012**), de ahí que su protección es uno de los temas más tratados y discutidos en la actualidad.

La medición de parámetros fisicoquímicos como: Temperatura (T), Conductividad Eléctrica (CE), Oxígeno Disuelto (OD), PH, entre otros, en

los cuerpos de agua es quizá la forma más sencilla de identificar sus variaciones de composición y determinar el grado de contaminación debido a causas naturales y/o antropogénicas (**Morell-Bayard, Bergues-Garrido, Portuondo-Ferrer, 2015**).

1.2.1.1. Temperatura.

La temperatura del agua tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos procesos que en ella se realizan, de forma que un aumento de la temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases. La actividad biológica aproximadamente se duplica cada diez grados (ley del Q10), aunque superado un cierto valor característico de cada especie viva, tiene efectos letales para los organismos. Un aumento anormal (por causas no climáticas) de la temperatura del agua, suele tener su origen en el vertido de aguas utilizadas en procesos industriales de intercambio de calor. La temperatura se determina mediante termometría realizada "in situ" (**Aznar, 2000; Fernández Cirelli, 2012**).

1.2.1.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).

Es la cantidad total de oxígeno disuelto consumida por los microorganismos durante los primeros cinco días de biodegradación de la materia orgánica presente en el agua. Su valor da idea de la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica presente y permite prever cuanto oxígeno será necesario para la depuración de esas aguas (**Raffo & Ruiz, 2014**).

1.2.1.3. Amoniac (NH₃), nitritos (NO₂-) y nitratos (NO₃).

El amoniac es uno de los compuestos intermedios formados durante la biodegradación de los compuestos orgánicos nitrogenados (aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, etc.) que forman parte de los seres vivos, y junto con el nitrógeno orgánico es un indicador de que un curso de agua ha sufrido una contaminación reciente. Ambas formas de nitrógeno se determinan frecuentemente en una sola medida. La oxidación aeróbica de los compuestos amoniacales y organo nitrogenados conduce a la formación de nitritos y posteriormente de estos en nitratos, por lo que un elevado contenido en nitratos y simultáneamente bajo en amonio, indica que se trata de un agua contaminada hace tiempo (**Aznar, 2000**).

1.2.1.4. Oxígeno disuelto (OD).

Es un parámetro indicativo de la calidad del agua. Se determina "in situ" y se expresa en mg/L de oxígeno disuelto. El valor máximo de OD es un parámetro muy relacionado con la temperatura del agua y disminuye con ella. La concentración máxima de OD en el intervalo normal de temperaturas es de aproximadamente 9 mg/L, considerándose que cuando la concentración baja de 4 mg/L, el agua no es apta para desarrollar vida en su seno (**Aznar, 2000**).

1.2.1.5. Potencial de hidrogeno (pH).

El pH tiene una escala de medida de 0 a 14, representa la acidez o alcalinidad del cuerpo de agua, configurándose de 0 a 7 como

una sustancia ácida y de 7 a 14 como alcalina, un valor de pH 7 indica neutralidad. Es de vital importancia para el desarrollo de la vida acuática, ya sea generando daño en los peces o proliferando el crecimiento de algas. Asimismo, el pH influye en la naturaleza de las especies iónicas que se encuentran en su seno, ejerce influencia sobre la toxicidad de ciertos compuestos como el amoníaco, metales pesados, hidrógeno sulfurado, etc. El valor de pH del agua se debe sobre todo al equilibrio carbónico y a la actividad vital de los microorganismos acuáticos (Teves, 2016).

1.2.1.6. Sólidos suspendidos totales (SST).

Son partículas en suspensión (sólidos inorgánicos y materia orgánica) en proporciones muy variables. Los sólidos inorgánicos constituyen la mayor parte de la materia suspendida transportada por los ríos, procedentes de la erosión física y meteorización de las rocas continentales. La presencia de SST da lugar a la turbidez del agua y disminuye el paso de la energía solar, por lo que es responsable de una menor actividad fotosintética, ocasionar depósitos sobre plantas acuáticas y las branquias de los peces, y sedimentos con lo que favorece la aparición de condiciones anaeróbicas (Teves, 2016).

1.2.1.7. Conductividad eléctrica (CE).

La conductividad eléctrica del agua es la medida de la capacidad que tiene esta para transportar la corriente eléctrica, expresada en $\mu\text{S}/\text{cm}$. Este parámetro está relacionado con la concentración de las sales en disolución, cuya disociación genera iones

capaces de transportar la corriente eléctrica. La solubilidad de las sales en el agua depende de la temperatura, por lo que la conductividad varía en conformidad con la temperatura del agua **(Solís-Castro, Zúñiga-Zúñiga; Mora-Alvarado, 2018)**.

1.2.1.8. Dureza.

Se refiere a la cantidad de metales alcalinotérreos en el agua, fundamentalmente calcio (Ca) y magnesio (Mg) provenientes de la desintegración de rocas y minerales **(Solís-Castro, Zúñiga-Zúñiga, & Mora-Alvarado, 2018)**. Esta se expresa en mg/L de carbonato de calcio (CaCO₃) **(Aznar, 2000)**.

1.2.2. Ríos amazónicos.

En la Amazonía Peruana se presentan cuerpos de agua de diferentes orígenes: andinos y amazónicos.

Los ríos andinos tienen su origen en la Cordillera de los Andes; presentan aguas lodosas y turbias debido al alto contenido de arena, arcilla y limo en suspensión, que proporcionan una coloración marrón claro a sus aguas.

Los ríos de origen amazónico se originan dentro del bosque húmedo. Sus aguas son de color café oscuro, esta coloración de las aguas es debido a que presentan alto contenido de sustancias húmicas y ácidos fúlvicos **(Maco, 2006)**.

El río Nanay, uno de los principales tributarios del río Amazonas en territorio peruano, nace en el llano amazónico en la parte norte del territorio; entre los ríos Tigre y Napo, en la confluencia de las quebradas Agua Blanca y Agua Negra; y tiene como principales tributarios a los ríos

Pintuyacu y Momón por su margen izquierda y desemboca en la margen izquierda del río Amazonas a la altura de la ciudad de Iquitos. Este es un río pequeño cuyo caudal oscila entre 70 a 200 m³/s y presenta características limnológicas que corresponden a aguas negras, las mismas que se resumen en tener moderada transparencia, alrededor de un metro de profundidad de la columna de agua, escasa materia en suspensión, oxígeno disuelto de 2.5 a 4.7 mg/L, un pH ligeramente ácido de 6.3 a 6.6 y coloración negruzca (**Minaya, 2017**).

1.2.3. Calidad de agua.

El agua es una de los recursos más importantes y componente fundamental de la vida. De la superficie total de la tierra, más del 70 % está ocupado por el agua que forma los océanos y mares, de esto solo el 2.5% es fresca y únicamente el 0,3% del agua está disponible para el uso humano (**Teves, 2016**).

El volumen total del agua en nuestro planeta no ha variado en los últimos 30 a 40 mil años, pero si ha sufrido un deterioro notorio la calidad, debido al crecimiento de la población y de las actividades asociadas (**Auge, 2007**).

La calidad del agua es definida comúnmente por sus características fisicoquímicas y biológicas (pero de tipo sanitario). Actualmente, son considerados de igual importancia aspectos hidromorfológicos y ecosistémicos (**Sánchez, 2015**). La calidad del agua suele considerarse en relación con el uso o actividad que se destina; calidad de agua para beber, para riego, para uso industrial, para uso recreativo. En este sentido, la determinación de la calidad de los cuerpos de agua está relacionada con el uso que se le dará.

1.2.4. Estándares de calidad ambiental para cuerpos de agua en Perú.

Para evaluar la calidad del agua las entidades encargadas comparan sus resultados obtenidos con estándares establecidos por las autoridades competentes en materia ambiental.

En el Perú, los estándares de calidad del agua están establecidos por el Ministerio del Ambiente, mientras que a nivel internacional estos son establecidos por organismos tales como la FAO, EPA, USDA-NRCS, etc.

El numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley 28611-Ley general del ambiente, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como: la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente (El Peruano, 2017).

La evaluación de la calidad de agua puede realizarse midiendo variables físicas, químicas y biológicas.

1.2.4.1. Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para agua.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos –Categoría 4: Conservación del ambiente acuático.

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS	UNIDAD DE MEDIDA	RÍOS /SELVA
Conductividad	(μ S/cm)	1 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	10
Nitratos (NO ₃ -)	mg/L	13
Amoniaco Total (NH ₃)	mg/L	-
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 400
Temperatura	°C	$\Delta 3$

Fuente: Estándar de Calidad Ambiental para agua. 2017.

1.2.5. Macroinvertebrados bentónicos.

Los macroinvertebrados bentónicos son aquellos organismos con un tamaño superior a 0.5 mm, es decir, todos aquellos organismos que se pueden ver a simple vista (**Ladrera, 2012**) o bien que son retenidos por una red de malla de aproximadamente 125 μm ; entre los que incluyen filos como: Arthropoda, Mollusca, Annelida, Platyhelminthes, Nematoda, Nematomorpha, etc. (**Hanson, Springer, Ramirez, 2010**).

La mayoría de grupos de macroinvertebrados que habitan en agua dulce muestran una gran variedad de adaptaciones, incluyendo importantes diferencias en sus ciclos de vida, ya que algunos pasan gran parte de esta en el agua (**Hanson, Springer, & Ramirez, 2010**); adheridos a troncos, vegetación sumergida y rocas; enterrados en el fango y arena; o nadando activamente dentro del agua o sobre la superficie de la misma (**Roldán, 2016**).

1.2.5.1. Macroinvertebrados en la bioindicación.

Desde hace décadas se han desarrollado innumerables técnicas y metodologías que emplean una gran variedad de organismos, desde bacterias hasta peces como indicadores de la calidad del agua (**Carvacho, 2012**). Se considera que un organismo es indicador de la calidad del agua cuando este se encuentra frecuentemente en un ecosistema de características definidas y cuando su población es porcentualmente superior o ligeramente similar al resto de los organismos con los que comparte el mismo hábitat (**Roldán, 2016**).

No todos los organismos acuáticos pueden ser tomados como bioindicadores, ciertas adaptaciones evolutivas a variadas

condiciones ambientales y límites de tolerancia a una determinada alteración, dan las características a ciertos grupos que podrán ser considerados como organismos sensibles (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) por no soportar variaciones en la calidad del agua, mientras que organismos tolerantes (Chironómidae, Oligoquetos), son característicos de agua contaminada por materia orgánica. Cuando los parámetros son críticos los organismos sensibles mueren y su lugar es ocupado por los organismos tolerantes. De tal forma que los cambios de la estructura y composición de las comunidades bióticas puede ser utilizada para identificar y evaluar los grados de contaminación de un ecosistema acuático **(Roldán, 2016)**, **(Giacometti, Bersosa, 2006)**.

Asimismo, los macroinvertebrados acuáticos presentan un comportamiento diferencial ante determinado tipo de cuenca, estructura del hábitat, hidrografía y régimen hidrológico; calidad fisicoquímica del agua (prístino o contaminado); tipo de uso de suelos en la cuenca y el grado de disturbio de los ecosistemas terrestres aledaños; por ello estos organismos son muy usados para evaluar la calidad, estado y avances en la restauración de cuerpos de agua. Además, los macroinvertebrados son muy sensibles al cambio en las características físicas como la profundidad de la columna de agua, velocidad de corriente, que influyen mucho en la variabilidad micro-espacial de la distribución de la riqueza y densidad de los macroinvertebrados **(Laython, 2017)**.

1.2.5.1.1. Importancia de los macroinvertebrados.

Los macroinvertebrados son muy importantes en todos los ecosistemas acuáticos, ya que estos se encuentran en la base de pirámide trófica y son una parte fundamental en la transferencia de energía desde los recursos basales hacia los consumidores superiores de las redes tróficas. Asimismo, estos organismos son empleados como indicadores de la calidad del agua (Ladrera, 2012).

1.2.5.2. Taxa de los macroinvertebrados bentónicos.

1.2.5.2.1. Orden Ephemeroptera.

El orden de los ephemeropteros es un grupo de insectos exclusivamente acuáticos y relativamente primitivos. Presentan una característica única entre los insectos, la de poseer un estadio terrestre volador (el “sub-imago”) previo al del adulto sexualmente maduro (Hanson, Springer, & Ramirez, 2010).

Las ninfas de los efemerópteros por lo regular viven en aguas claras, bien oxigenadas con bajo contenido de carga orgánica de desecho y, por tal razón, se consideran indicadores de aguas de buena calidad (Gutiérrez, & Reinoso-Flórez, 2010).

Dentro de este orden se encuentran las siguientes familias:

- **Familia Baetidae:** Diversa y abundante en los ecosistemas dulceacuícolas de todo el mundo, especialmente en ambientes loticos. Esta familia de ephemeropteras tiene preferencia por sustratos específicos y alta sensibilidad a los procesos de degradación e impacto antropogénico (Forero-

Céspedes, Gutiérrez, & Reinoso-Flórez, 2016). Las ninfas de esta familia viven generalmente en aguas loticas bien oxigenadas. Por ello se las considera indicadoras de aguas limpias o ligeramente contaminadas (**Vergara, 2009**).

- **Familia Caenidae**: Se encuentra en todo tipo de agua dulce, desde pequeñas charcas hasta ríos grandes. Prefieren áreas de fango y vegetación, con poca o ninguna corriente. El género más común, *Caenis*, puede soportar un amplio rango de condiciones ambientales y puede vivir en aguas contaminadas y eutrofizadas, con altas temperaturas y bajos niveles de oxígeno, donde muchas otras efímeras no pueden sobrevivir (**De la Rosa, & Flowers, 2010**).
- **Familia Leptophlebiidae**: Es la familia más diversa y grande en los países neotropicales. Las ninfas de los Leptophlebiidae son comunes en quebradas y ríos de América Central. Dependiendo del género, algunas prefieren ríos grandes llenos de sedimento que pasan por áreas cultivadas y otras prefieren pozos con hojas y quebradas temporales (**De la Rosa, & Flowers, 2010**).

1.2.5.2.2. Orden Trichoptera.

Comunes en ecosistemas de agua dulce; en estadio larvario son excelentes indicadores de agua de buena calidad (**Sheffield, Waard, Morse, & Rasmussen, 2019**).

La mayoría de estos organismos habitan en ríos y arroyos de aguas limpias y bien oxigenadas, aunque también se pueden

encontrar en ambientes lenticos, terrestres e incluso marinos
(**Zamora-Muñoz, Sáinz-Bariáin, & Bonada, 2015**).

1.2.5.2.3. Orden Odonata.

Constituye un grupo de insectos representativo de los ecosistemas tropicales. Estos organismos juegan un rol importante como controladores biológicos de otros organismos siendo depredadores de otros insectos que pueden ser plagas en cultivos o vectores de enfermedades (**Altamiranda, 2009**). Asimismo, los odonatos conforman un grupo de interés en el monitoreo de la calidad ambiental de los ecosistemas acuáticos, ya que algunas especies de este orden resultan más sensibles a la contaminación (**Muzón, 2009**).

1.2.5.2.4. Orden Díptera.

Uno de los órdenes de insectos más ampliamente distribuidos y diversos entre los artrópodos, hasta el momento se han descrito aproximadamente 160000 especies de los cuales 21000 se encuentran en Norteamérica y 24075 en el Neotrópico (**Rojas, Reinoso, & Vásquez, 2018**).

- **Familia Chironomidae:** La familia Chironomidae son los insectos más ampliamente distribuidos y los más abundantes en aguas continentales (**Rieradevall & Prat, 2011**).

Las larvas de algunas especies de chironomidos son rojas debido a la presencia de hemoglobina (**Hamada & Ferreira-Kepple, 2012**).

1.2.5.2.5. Orden Coleoptera.

Considerada el orden más numeroso y ampliamente distribuido de los insectos.

Los coleópteros acuáticos son importantes biológica y ecológicamente por los diferentes procesos en los que participan. Por su diversidad se les ha utilizado en modelos para cuantificar el estado de la conservación de ecosistemas acuáticos (**Laython, 2017**).

- **Familia Elmidae:** Es una familia de coleópteros acuáticos ampliamente distribuidos a nivel mundial. Las larvas y adultos de la mayoría de especies de esta familia se encuentran en corrientes de aguas limpias, bien oxigenadas y con elevada velocidad (**González-Córdoba, Zúñiga, & Manzo, 2015**), por lo cual se las utiliza como indicadoras de la calidad del agua (**Manzo, 2013**).
- **Familia Gyrinidae:** La familia Gyrinidae es una familia de coleópteros ampliamente distribuidos a nivel mundial, con alrededor de 750 especies descritas, 200 de ellas se encuentran en la Región Tropical. Esta familia de escarabajos son estrictamente acuáticos, tanto adultos como larvas. Habitualmente la familia Gyrinidae habitan en aguas claras y limpias (**Benetti, Toledo, Colpani, & Guimarães, 2018**).
- **Familia Limmichidae:** Esta familia se encuentra distribuida en todo el mundo, poseen hábitos ribereños estrictos (**Laython, 2017**).

1.2.5.2.6. Orden Megaloptera.

Habitantes de ambientes loticos (grandes ríos y arroyos), las larvas de estos organismos se encuentran generalmente debajo de troncos, piedras y ocultos en la vegetación sumergida de cuerpos de agua bien oxigenados y fríos; por lo que se les puede considerar como indicadores de aguas de buena calidad. Gracias a sus hábitos depredadores, los megalópteros larvales son parte importante de los ecosistemas acuáticos, además de formar parte del ciclo de energía entre los ecosistemas acuáticos y terrestres (**Ardila-Camacho, & Contreras-Ramos, 2018**).

1.2.5.2.7. Orden Plecoptera.

Distribuido en todo el mundo a excepción de la Antártida, con aproximadamente 16 familias y 4000 especies descritas (**Avelino-Capistrano, Pessacq, & Silva Barbosa, 2018**); este es uno de los órdenes de mayor importancia de la entomofauna dulceacuícola, donde cumplen un rol ecológico importante en la descomposición y recirculación de nutrientes; además, de contribuir en la red trófica como alimento de otros insectos y vertebrados. Asimismo, las ninfas de este orden son sensibles a la degradación del hábitat y la contaminación orgánica, razón por la cual se consideran buenas indicadores de la calidad ambiental del recurso hídrico (**Castillo, Zuñiga & Bacca, 2013**).

1.2.5.2.8. Orden Decápoda.

Conformado por camarones, cangrejos, langostinos y langostas; este orden incluye a las formas más comunes y fáciles de identificar de los crustáceos, organismos habitantes de ambientes marinos, dulceacuícolas y semiterrestres.

Una de las características más comunes de todos los decápodos es un caparazón que cubre las branquias, formando cámaras branquiales con diferentes grados de especialización que facilita la identificación de los mismos (Álvarez, et al., 2014).

1.2.5.2.9. Clase Oligochaeta.

Organismos cuyo tamaño varía entre 1 y 30 mm, con setas quitinosas, que varían en tamaño y forma, constituyéndose una característica taxonómica importante. La mayoría de los oligoquetos habitan aguas eutrofizadas con mucho fango y detritus (Roldán, 2016).

1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

Bioindicadores acuáticos: son organismos que acumulan sustancias tóxicas o responden al estrés ambiental, como la contaminación, el enriquecimiento de nutrientes, la pérdida de hábitat o la sobreexplotación (Cunha Menezes, Coutinho Oliveira, & Salla, 2019).

Parámetros fisicoquímicos del agua: son aquellas medidas que 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 (Samboni Ruiz, Carvajal Escobar, & Escobar, 2007).

Avenida: se refiere al aumento del nivel del agua de las quebradas, arroyos y ríos de volumen menor. En algunos lugares se le conoce como aguas altas.

Estiaje: Es cuando se registra los niveles mínimos del caudal de una quebrada, arroyo, laguna; en casi todas las épocas del año en Amazonia.

CAPÍTULO II

HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

- Los parámetros fisicoquímicos evaluados exceden al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para conservación del ambiente acuático de ríos de Amazonia peruana.
- Los parámetros fisicoquímicos influyen en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos.

2.2. VARIABLES Y SU OPERACIONALIZACIÓN.

2.2.1. Identificación de las variables.

- **Variable Independiente (X): Parámetros fisicoquímicos**

- Oxígeno disuelto
- Conductividad eléctrica (CE)
- Temperatura
- pH
- Nitrito
- Amonio
- Dureza
- Alcalinidad
- Cloro
- Dióxido de carbono

- **Variables Dependientes (Y): Estructura de macroinvertebrados bentónicos**

- Abundancia total y relativa
- Riqueza
- Dominancia de Simpson (1-D)
- Diversidad

2.2.2. Operacionalización de las variables.

Variable	Definición conceptual	Tipo por su relación y naturaleza	Indicador	Escala de medición	Categorías	Valores de las categorías	Medio de verificación
Independiente: Parámetros fisicoquímicos	Son medidas que dan información de la naturaleza de las especies químicas del agua y sus propiedades físicas.	Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> - Oxígeno disuelto - Conductividad eléctrica (CE) - Temperatura - pH - Nitrito - Amonio - Dureza - Alcalinidad - Cloro - Dióxido de carbono 	Razón	0 al 30		Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua DS.004-2017-MINAM
Dependiente: Estructura de macroinvertebrados bentónicos	Son animales invertebrados que habitan el fondo de los ecosistemas acuáticos.	Cuantitativa	<ul style="list-style-type: none"> - Abundancia total y relativa - Riqueza - Dominancia de Simpson (1-D) - Diversidad 	Razón	0 al 1000		Fichas de datos tomados en campo.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO.

3.1.1. Tipo de investigación.

Cuantitativo, no experimental y de estadística descriptiva.

3.1.2. Diseño de la investigación.

El diseño de la investigación es cuantitativo, porque los datos se expresan numéricamente; no experimental, porque no se realiza ninguna clase de intervención o control en las variables estudiadas y de estadística descriptiva.

3.2. DISEÑO MUESTRAL.

3.2.1. Población de estudio.

Macroinvertebrados bentónicos de quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta.

3.2.2. Muestra.

El área de estudio se ubica geográficamente en el departamento de Loreto, provincia de Maynas, distrito de San Juan Bautista. En la tabla 2 se presenta la ubicación de cada estación de muestreo, y en las figuras 1 y 2 se muestra la localización satelital aplicando el programa Google Earth Pro 2018.

En cada estación de muestreo se recorrió un trecho de 500 m, que corresponde la distancia desde la vía de acceso (rio Nanay o carretera) hasta la zona de muestreo. Siguiendo el recorrido se seleccionó tres (03)

puntos de 10 m cada uno, donde la distancia entre cada punto de muestreo también fue de 10 m (figura 3).

Las colectas de macroinvertebrados bentónicos y evaluaciones fisicoquímicas de las quebradas fueron realizadas en el mes de mayo y setiembre del 2019.

Tabla 2. Puntos de muestreo de las 10 quebradas evaluadas.

Puntos de muestreo	Código		Coordenadas UTM	
			Este	Norte
Zona de muestreo 1 Vía de acceso-rio Nanay.	San Pedro	S-PE	668283	9571620
	Santa Cruz	S-CR	672302	9572517
	Agua Negra	A-NE	674768	9573195
	Tambishi	TAM	672797	9575222
	Llanchama	LLAN	677174	9573373
Zona de muestreo 2 Vía de acceso carretera Iquitos- Nauta.	Habanillo	HAB	668842	9536392
	Lindero	LIN	669295	9541021
	Pintuyacu	PIN	671434	9546795
	Tocón	TOC	672052	9548542
	Paujil	PAU	675726	9561634

Fuente: Elaboración Propia. Tesista.



Figura 1. Vista aérea de la zona de muestreo 01. Fuente: Google Earth Pro 2018.



Figura 2. Vista aérea de la zona de muestreo 02. Fuente: Google Earth Pro 2018.

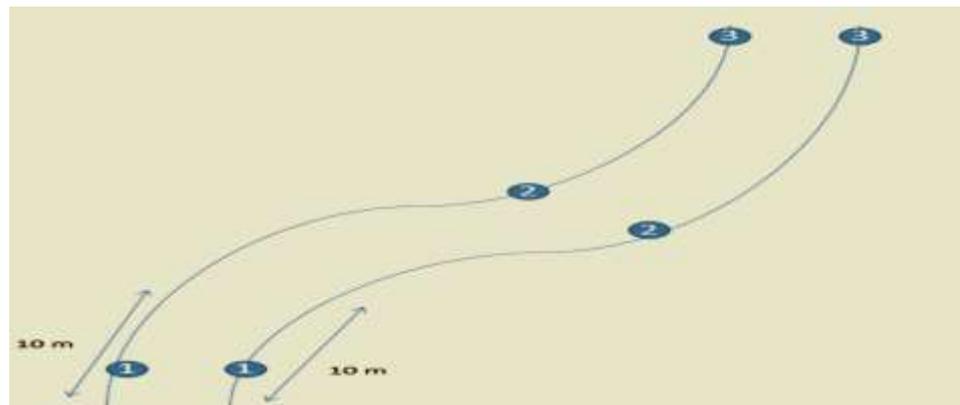


Figura 3. Esquema de puntos de muestreo por cada quebrada evaluada.

3.3. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.3.1. Evaluación fisicoquímica del agua de las quebradas.

Para la evaluación fisicoquímica de las estaciones de muestreo se utilizaron el multiparametro marca YSI, OAKTON, y el kit para aguas dulces (AQ-2) fabricado por LaMotte.

Las evaluaciones fueron realizadas en dos temporadas; en época de avenida y estiaje de los ríos amazónicos.

- **Oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y temperatura.**

Las medidas de Oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y temperatura se realizaron en campo, en cada punto de muestreo, utilizando para ello el multiparametro marca YSI y OAKTON.

Para medir estos parámetros se puso la sonda del multiparametro en el agua, se esperó de 3 a 5 minutos hasta que se estabilice el equipo.

Se registra los datos.

- **Potencial de hidrogeno, nitritos (mg/L), amonio (mg/L), dureza total (ppm), alcalinidad (mg/L), cloro (mg/L) y dióxido de carbono (mg/L)**

Estos parámetros se evaluaron de acuerdo a la metodología descrita en el kit para aguas dulces (AQ-2) fabricado por LaMotte.

• **Potencial de hidrógeno**

Se llenó un tubo de ensayo hasta la línea de 10 ml con el agua de muestra, se añade 8 gotas del indicador de pH, se tapa y agita el tubo. Finalmente se introdujo el tubo de ensayo en la barra de rango de valores y por colorimetría se determina el valor del pH.

• **Nitritos**

Se llenó un tubo de ensayo con 2.5 ml con el agua de muestra, se añade *Mixed Acid Reagent hasta la línea de 5 ml, luego se agregó 0.1 g de *Color Developing Reagent. Se tapó y mezcló por un minuto hasta que quede todo disuelto. Se esperó 5 minutos. Posteriormente se introdujo el tubo de ensayo en la barra de rango de valores y por colorimetría se determina el valor del nitrito.

- **Amonio**

Se agregó agua de muestra en el tubo de ensayo hasta la línea de 5 ml, luego se añadió 10 gotas de *Salicylate Ammonia Reagent #1 se tapó y agito; después se agregó 7 gotas de * Salicylate Ammonia Reagent #2 se tapó, agito el tubo de ensayo y se esperó 1 minuto. Finalmente, se agregó 7 gotas de *Salicylate Ammonia Reagent #3 se tapó, agito y se esperó 20 minutos. Por último, se introdujo el tubo de ensayo en la barra de rango de valores y por colorimetría se determina el valor del amonio.

- **Dureza total**

Se llenó un tubo de ensayo con 12.9 ml de agua, se adicionó 5 gotas de *Hardness Reagent #5, luego 5 gotas de *Hardness Reagent #6, se tapó y mezclo (Si la muestra se torna azul, no hay dureza presente, si se torna roja hay presencia de dureza). Posteriormente se llenó el titulador con *Hardness Reagent #7. Se titula hasta que el color rojo cambie a azul.

- **Alcalinidad**

Se agregó agua de muestra en el tubo de ensayo hasta la línea de 5 ml, luego se añadió 4 gotas de *BCG-MR Indicator (la muestra se torna azul-verdoso). Se llenó el titulador con *Alkalinity Titration Reagent B. Se tituló la muestra hasta que este cambio de azul-verdoso a rosado.

- **Cloro**

Se llenó el tubo de ensayo con 15 ml de la muestra de agua, luego se agregó 1 gota de *Phenolphthalein Indicator 1%, después se

añadió 3 gotas de *Chloride Reagent #1 (la muestra se torna amarilla). Posteriormente se llena el titulador con *Chloride Reagent #2, se tituló hasta que el color amarillo cambio a anaranjado.

- **Dióxido de carbono**

Se agregó muestra de agua en el tubo de ensayo (20 ml), se añadió 2 gotas de *Phenolphthalein Indicator 1%. Posteriormente se llenó el titulador con *Carbon Dioxide Reagent B. Se tituló la muestra hasta que se vuelva rosada.

3.3.2. Colecta de macroinvertebrados bentónicos.

Para la colecta de los macroinvertebrados bentónicos se utilizó una red de colecta de mano tipo D-net de las siguientes características: 1.75 m de largo de mango, 20 x 30 cm de malla y 180 µm de abertura de malla. Esta red permitió hacer un barrido a lo largo de las orillas de las quebradas, sobre la vegetación y en el fondo, ya que la forma que tiene se adapta bien a las superficies irregulares de las orillas (**Hamada et al., 2014**). El barrido se realizó en contra de la corriente del agua y el material colectado se acondiciono en frascos de plástico de 800 ml, conteniendo alcohol al 96%, debidamente etiquetado. Posteriormente estos frascos fueron transportados al laboratorio donde se realizó el triaje y análisis de las muestras.

3.3.3. Análisis de las muestras bentónicas.

El análisis de las muestras se realizó en el Laboratorio de Bromatología y Limnología del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, donde con la ayuda de un estereoscopio marca **Motic** y pinzas entomológicas se separó los macroinvertebrados de las muestras

bentónicas colectadas. Los organismos limpios fueron acondicionados en frascos con alcohol al 80 %. Posteriormente se realizó el conteo e identificación de los organismos hasta el nivel taxonómico de familia, utilizando las siguientes referencias y claves taxonómicas (**Merrit & Cummins, 1984; Roldán-Pérez, 1999 & Hamada et al., 2014**).

3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS.

Se realizó una planilla en Excel con los datos de los parámetros fisicoquímicos y la clasificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos. Con estos se realizaron los siguientes cálculos:

Con los datos de los parámetros fisicoquímicos se evaluó como varían estos en época de avenida y estiaje; además de compararlos con el Estándar de Calidad Ambiental para agua.

Con las fichas de clasificación taxonómica se determinó:

Abundancia Total (N): número total de individuos colectados en cada punto de muestreo; **Abundancia** (n): número de individuos por cada taxón colectado; **Abundancia Relativa** (%): número de individuos de cada taxón dividido por la abundancia total (N) por cien; **Riqueza** (S): número total de taxones registrados en cada punto de muestreo (**Machado, Granda, & Endara, 2018**); **Dominancia de Simpson_1-D y Diversidad**. La diversidad fue analizada con la riqueza observada o número de especies registradas y la riqueza esperada, la cual se calculó con ayuda de estimadores no paramétricos (Chao 1). Todos los datos fueron procesados con el programa Palaeontological Statistics (PAST) en su versión 1.34 (**Hammer et al. 2001**).

Se realizó un análisis multivariado mediante el Análisis de Componentes Principales con la finalidad de conocer las variables que definen la diferencia entre las zonas de colecta.

La relación entre los parámetros fisicoquímicos y la abundancia de taxas se evaluó mediante el Análisis de Correlación Múltiple (coeficiente de correlación de Spearman), con el programa Community Analysis Package-4 (CAP-4).

3.5. ASPECTOS ÉTICOS.

Se tuvo en cuenta la ética y las normas que señalan del buen investigador, donde se usó instrumentos de mediciones adecuados; la transparencia y veracidad de los resultados, respeto al medio ambiente, a la propiedad intelectual, a la responsabilidad social y honestidad.

CAPÍTULO IV

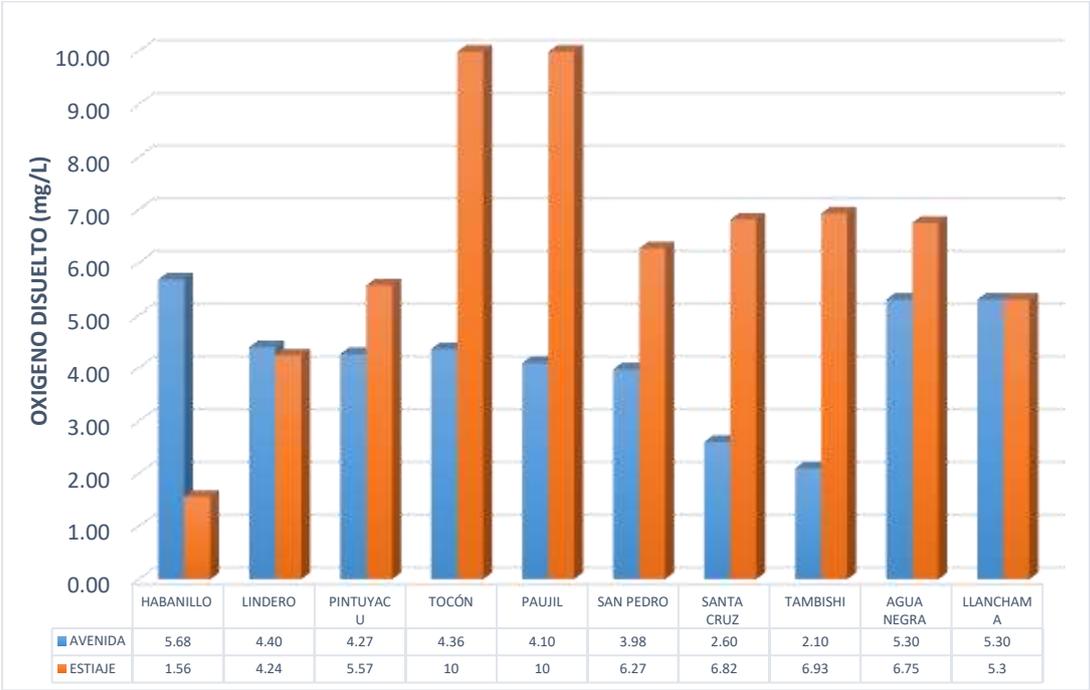
RESULTADOS

4.1. ESTUDIO FÍSICOQUÍMICO DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.

4.1.1. Oxígeno disuelto.

La concentración de oxígeno disuelto presentó variaciones a lo largo de las estaciones y épocas de muestreo; siendo, Habanillo, Lindero, Pintuyacu, Tocón, San Pedro, Santa Cruz y Tambishi, las estaciones que registraron valores por debajo de lo establecido en el Estándar de Calidad Ambiental- Agua/Categoría IV: Conservación del ambiente acuático para ríos de la selva. DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (tabla 1).

Figura 4. Variación del oxígeno disuelto en época de avenida y estiaje de 10 quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta.

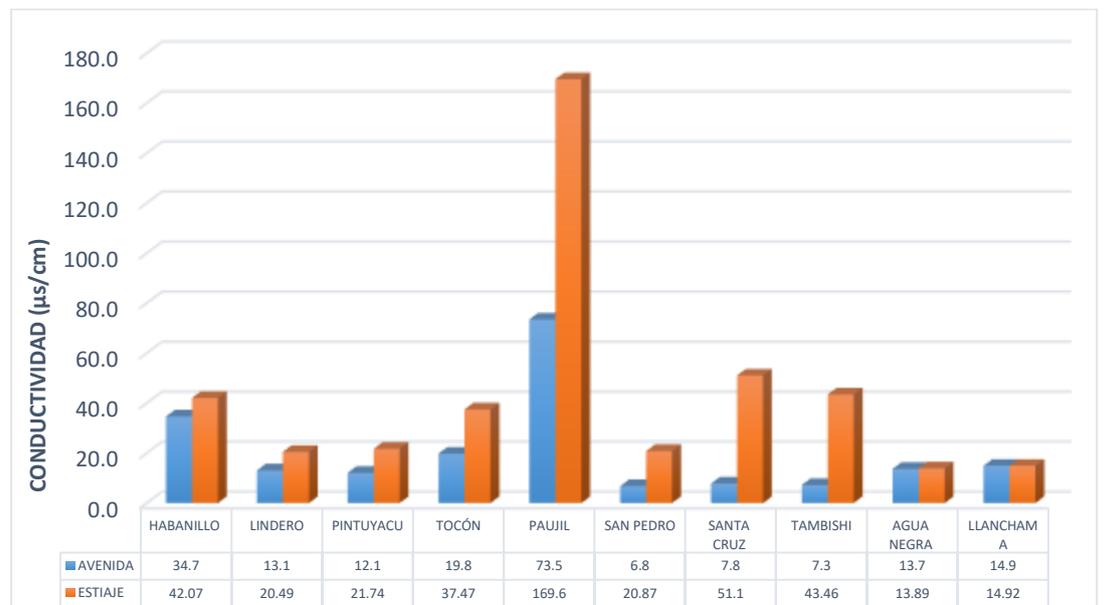


Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Conductividad.

La presencia de sales disueltas en el agua está expresado por la CE que generan los iones de las sales disueltas, en tal sentido, dichas mediciones establecen valores de 6.8 a 169.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en época de avenida y estiaje respectivamente, los cuales son valores relativamente bajos (figura 5). En todas las estaciones de muestreo las cantidades de conductividad eléctrica se encuentran por debajo del valor límite del ECA de agua – Categoría IV (tabla 1).

Figura 5. Variación de la conductividad en época de avenida y estiaje de 10 quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta.

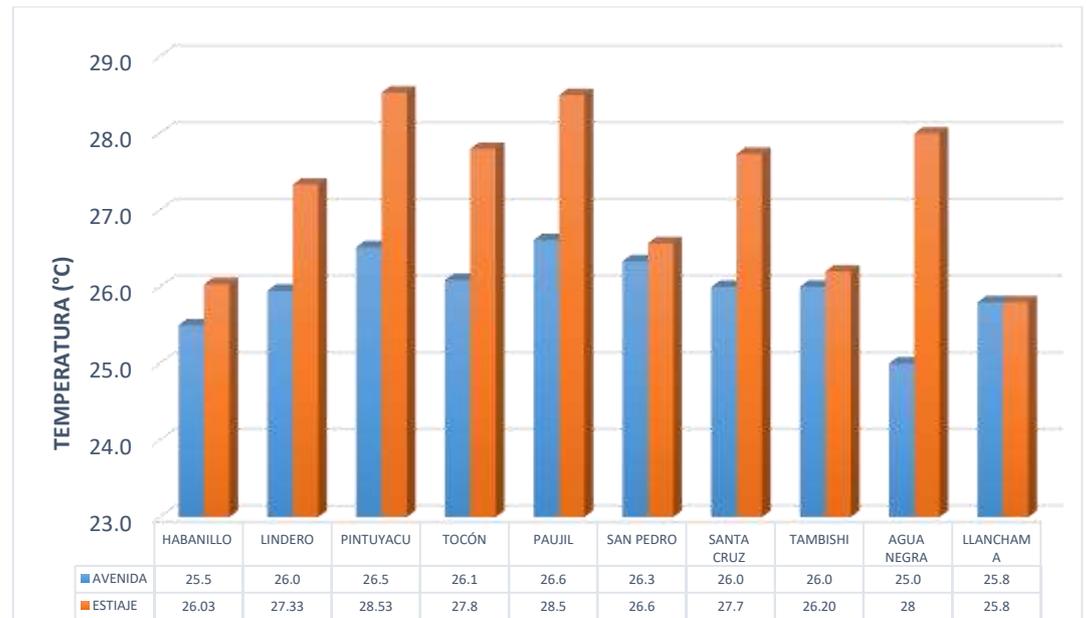


Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Temperatura.

Las temperaturas del agua en las épocas de muestreo (avenida-estiaje) se diferencian entre sí en 2 a 3°C a lo largo del área de estudio (figura 6).

Figura 6. Variación de la temperatura en época de avenida y estiaje de 10 quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta.

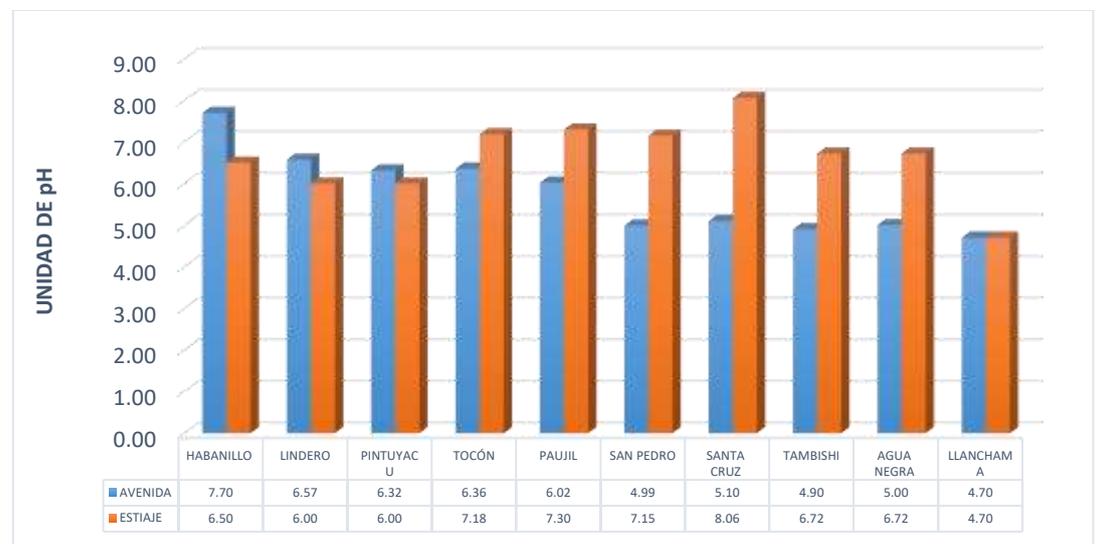


Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. Potencial de hidrógeno.

El pH de las aguas de las estaciones de muestreo tiene una tendencia a la neutralidad y otras a la acidez. Solo algunas estaciones de muestreo registraron valores que no pertenecen al rango (6.5-9) permisible establecido por el ECA de agua – Categoría IV (tabla 1) (figura 7).

Figura 7. Variación del pH en época de avenida y estiaje de 10 quebradas del área de influencia del eje carretero QUITOS-NAUTA.

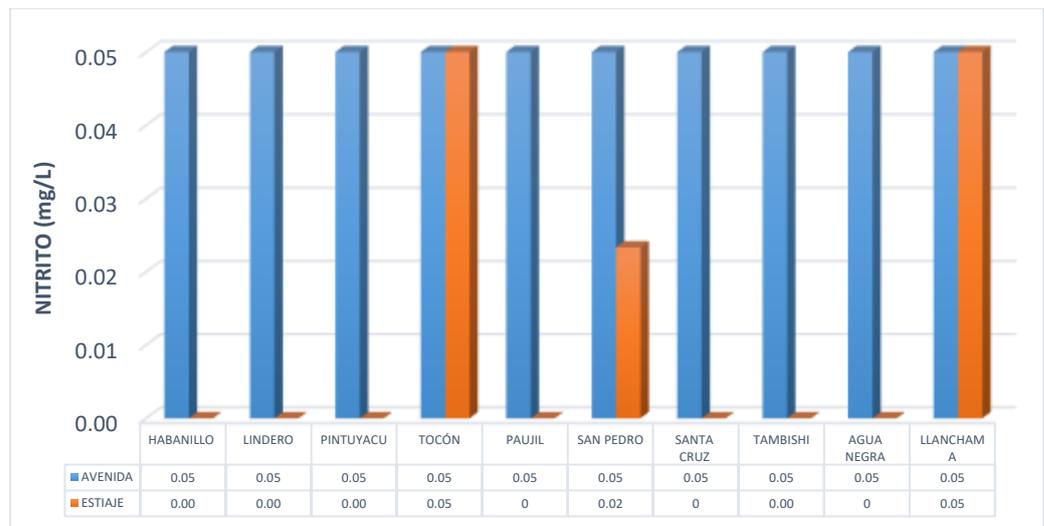


Fuente: Elaboración propia.

4.1.5. Nitrito.

El nitrito registró una fluctuación de 0 y 0.05 mg/L, los menores valores se reportaron en época de estiaje. En época de avenida todas las estaciones de muestreo registraron valores de 0.05 mg/L de nitrito en sus aguas (figura 8).

Figura 8. Variación de nitrito en época de creciente y vaciante de 10 quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta.

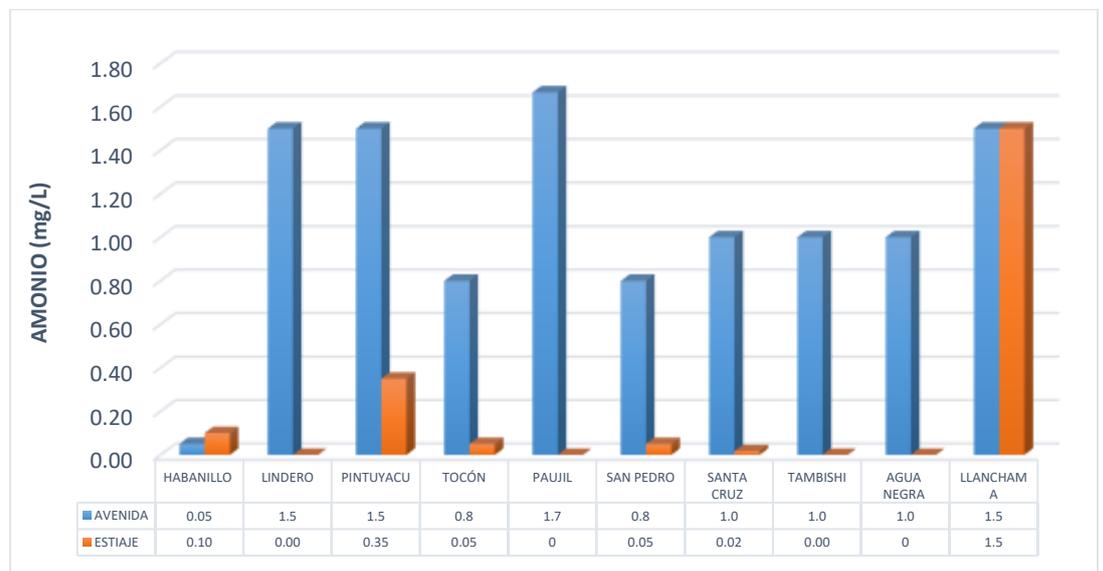


Fuente: Elaboración propia.

4.1.6. Amonio.

El amonio registro valores que oscilaron entre 0 y 1.5 mg/L en ambas épocas de muestreo. Lindero, Tambishi, Paujil y Agua Negra fueron las estaciones que no registraron amonio en sus aguas en época de estiaje. En época de avenida todas las estaciones de muestreo presentaron amonio en sus aguas (figura 9).

Figura 9. Variación del amonio en época de creciente y vaciante de 10 quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta.

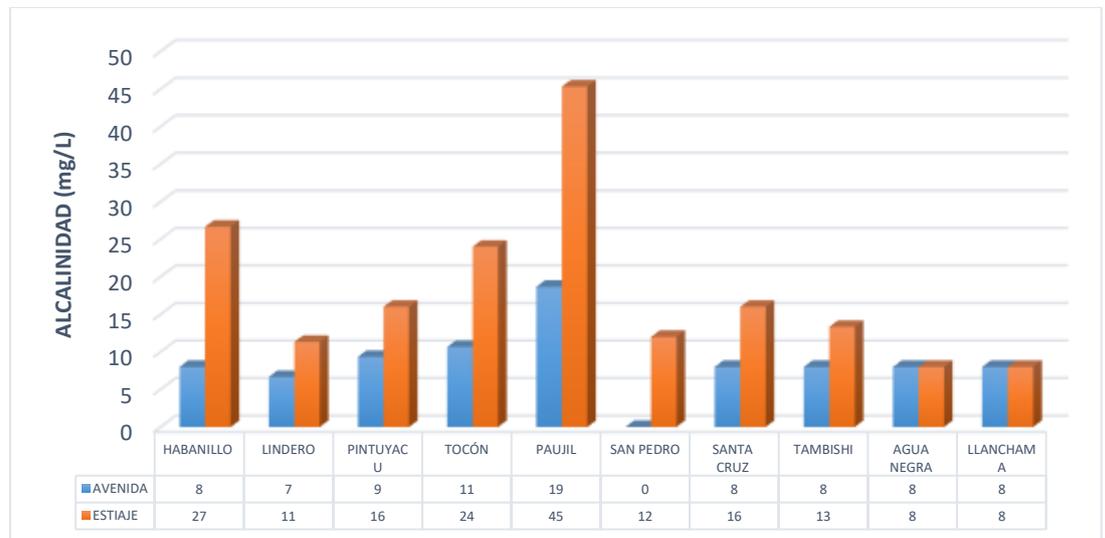


Fuente: Elaboración propia.

4.1.7. Alcalinidad.

La alcalinidad registró un promedio de 8.6 mg/L en época de avenida y 18 mg/L en época de estiaje. Los promedios más altos se registraron en época de estiaje (figura 10).

Figura 10. Variación de alcalinidad en época de creciente y vaciante de 10 quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta.

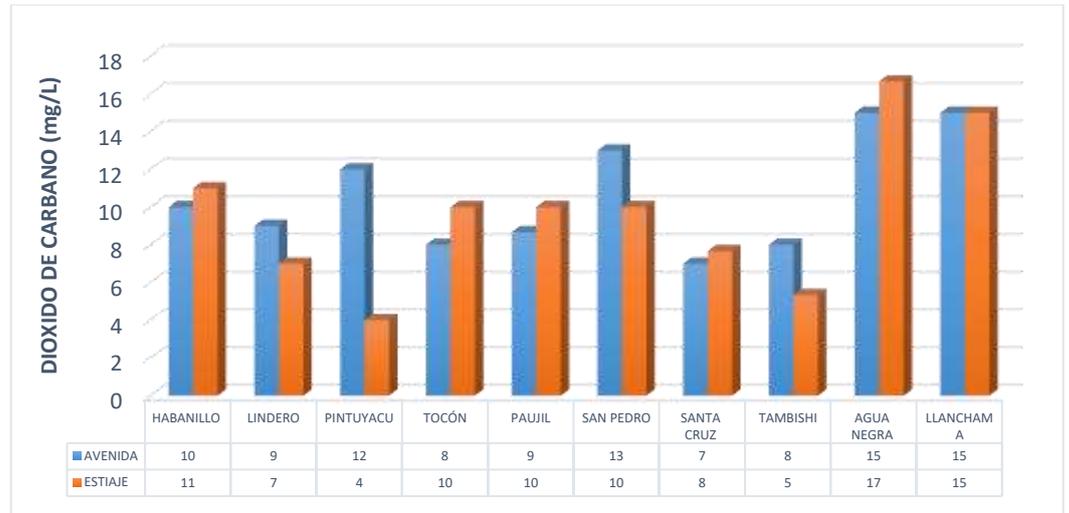


Fuente: Elaboración propia.

4.1.8. Dióxido de carbono.

El dióxido de carbono fluctuó entre 5 y 17 mg/L, registrándose los promedios más altos en época de avenida (figura 11).

Figura 11. Variación de dióxido de carbono en época de creciente y vaciante de 10 quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta.

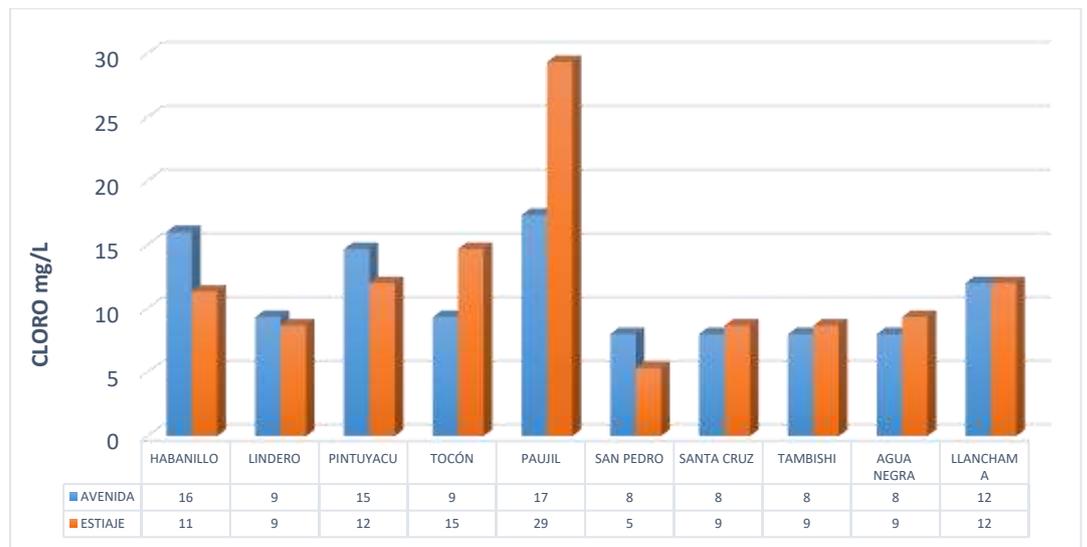


Fuente: Elaboración propia.

4.1.9. Cloro.

El contenido de cloro en el agua fluctuó entre 8 y 29 mg/L; los mayores promedios se registraron en época de estiaje, la estación de muestreo que registró el mayor promedio fue Paujil y el menor promedio lo registró San Pedro (figura 12).

Figura 12. Variación de cloro en época de creciente y vaciante de 10 quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta.



Fuente: Elaboración propia.

4.2. ANÁLISIS CUALITATIVO Y CUANTITATIVO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS.

La comunidad de macroinvertebrados bentónicos encontrados en las quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta en época de avenida y estiaje tuvo una composición faunística variada, colectando un total de 5028 individuos; 2569 en época de avenida que corresponden a 5 filos, 12 clases, 17 órdenes y 50 familias (Anexo 3) y 2459 en época de estiaje que corresponden a 5 filos, 10 clases, 16 órdenes y 54 familias (Anexo 4).

4.2.1. Abundancia y Dominancia.

En época de avenida el taxón más abundante fue Chironomidae, seguido de Palaemonidae y Leptophlebiidae (figura 13).

En época de estiaje el taxón más abundante también fue Chironomidae, seguido de Elmidae y Palaemonidae (figura 14).

En ambas épocas de colecta (avenida-estiaje) se registró dominancia de familias (tabla 3).

Tabla 3. Abundancia y dominancia de especies en las 10 quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta.

ESTACIONES DE MUESTREO	ABUNDANCIA		DOMINANCIA (Simpson 1-D)	
	AVENIDA	ESTIAJE	AVENIDA	ESTIAJE
HABANILLO	229	359	0.89	0.82
LINDERO	251	442	0.88	0.87
PINTUYACU	469	185	0.80	0.88
TOCÓN	226	439	0.75	0.86
PAUJIL	339	514	0.89	0.82
SAN PEDRO	149	76	0.75	0.85
SANTA CRUZ	217	68	0.50	0.86
TAMBISHI	147	67	0.52	0.79
AGUA NEGRA	311	94	0.61	0.79
LLANCHAMA	231	215	0.57	0.86
Total	2569	2459		
Promedio	256.9	245.9	0.72	0.84

Figura 13. Abundancia relativa de las taxas de macroinvertebrados bentónicos encontrados en las 10 quebradas del área de influencia del eje carretero-Época de avenida.

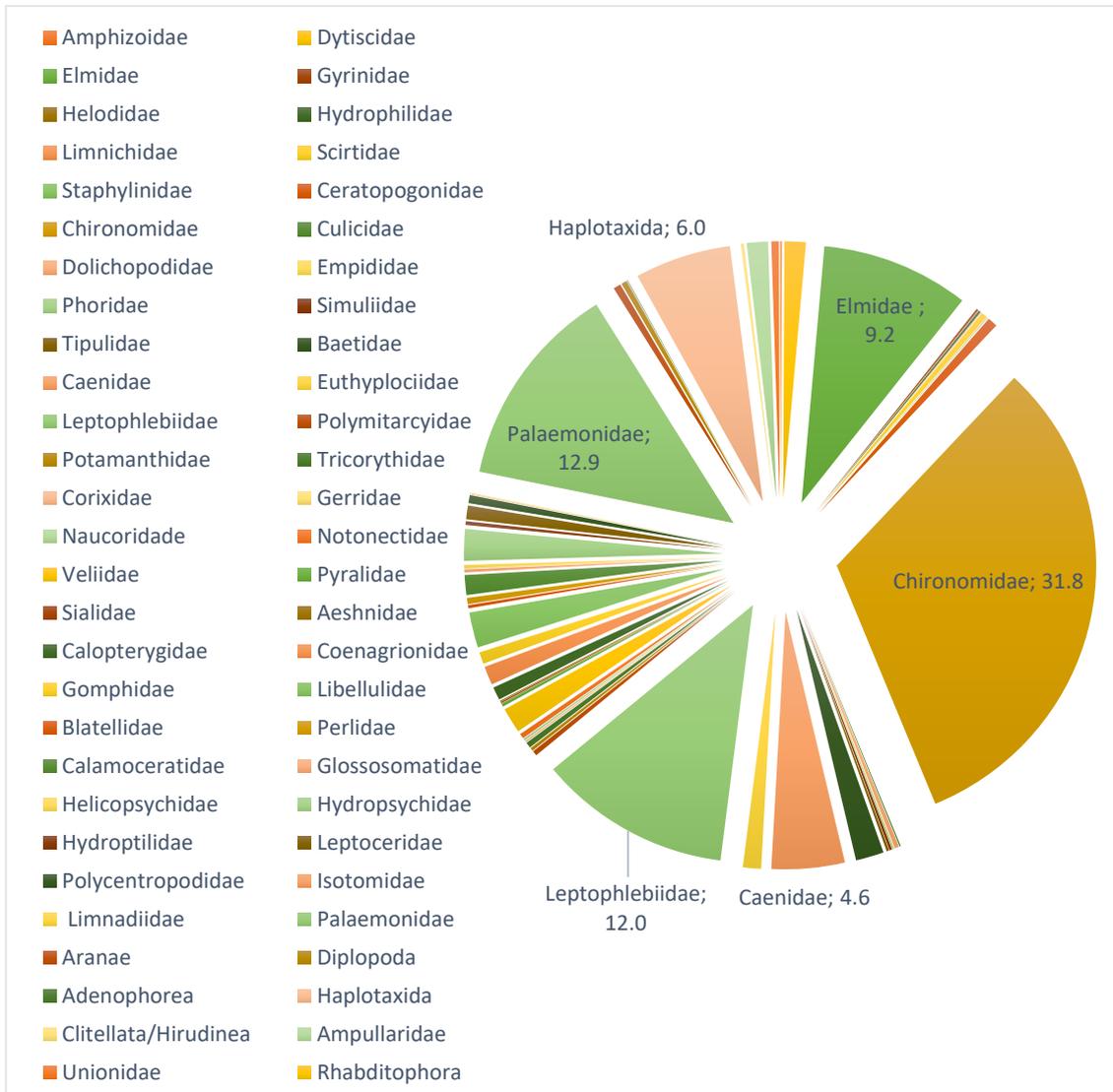
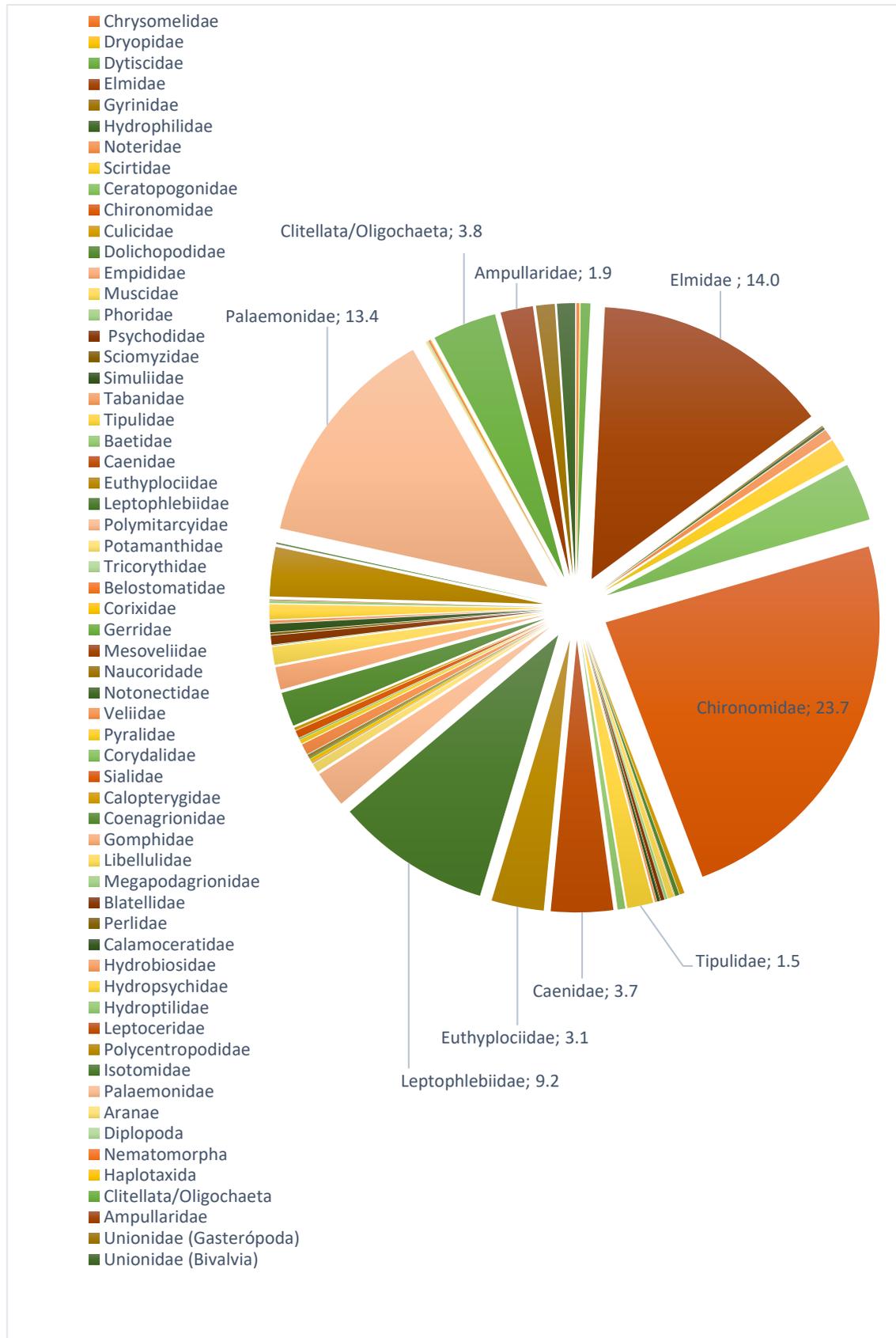


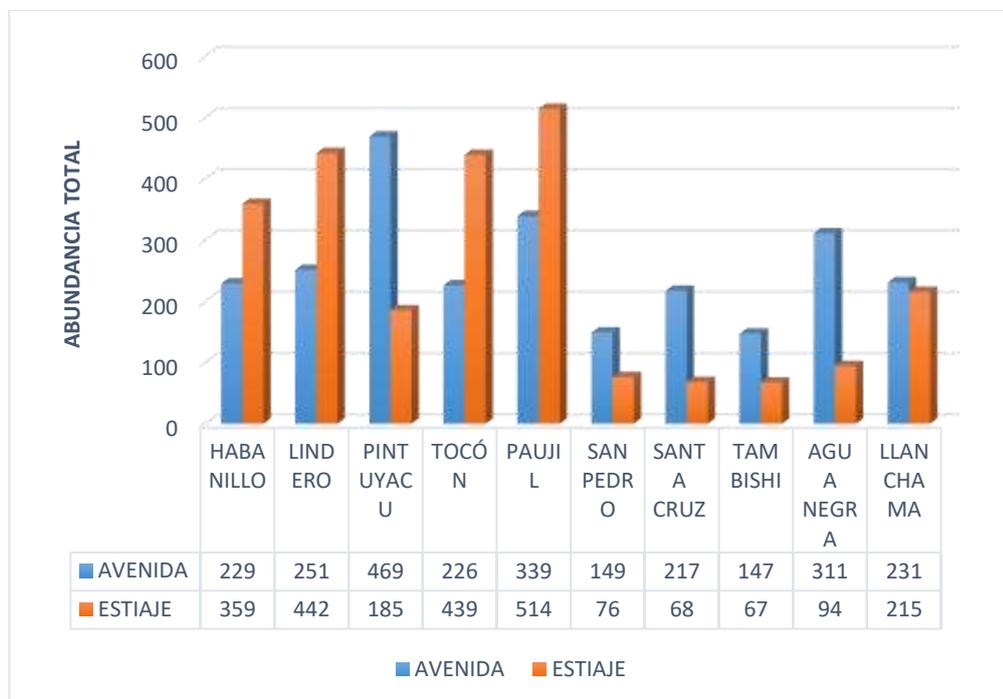
Figura 14. Abundancia relativa de las taxas de macroinvertebrados bentónicos encontrados en las 10 quebradas del área de influencia del eje carretero-Época de estiaje.



Las estaciones de muestreo Pintuyacu y Paujil en época de avenida registraron la mayor cantidad de individuos. La quebrada Tambishi fue el menos cuantioso (figura 15).

En época de estiaje las quebradas Paujil y Lindero registraron la mayor cantidad organismos bentónicos (figura 15).

Figura 15. Abundancia de macroinvertebrados bentónicos encontrados en las estaciones de muestreo. Época de avenida y estiaje



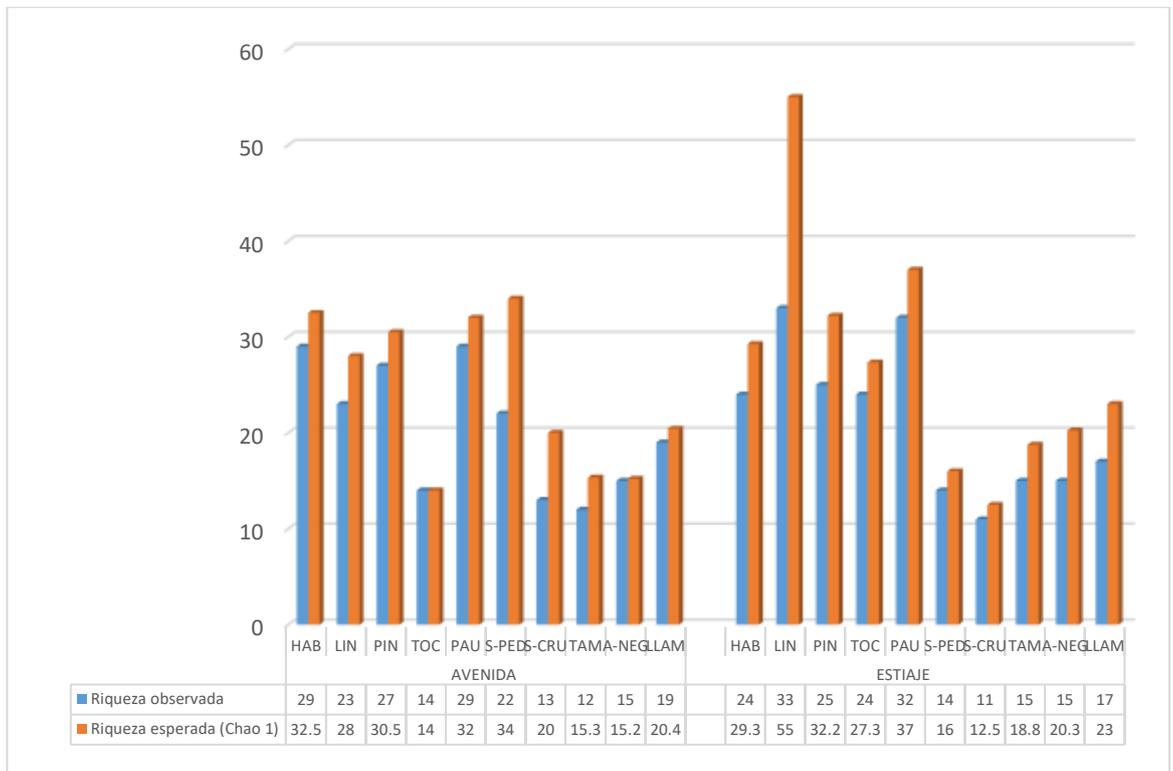
4.2.2. Diversidad.

En época de avenida las estaciones de muestreo Habanillo y Paujil registraron el mayor número de taxones, registrando un total de 29 taxones cada una y los menos diversos fueron Tambishi y Santa Cruz, con 12 y 13 taxones respectivamente.

En cuanto a la época de estiaje, Lindero y Paujil registraron la mayor diversidad con 33 y 32 taxones cada una. Y los menos diversos fueron Santa Cruz y San Pedro, con 11 y 12 taxones respectivamente.

Según el estimador no paramétrico Chao 1 se cree que en época de avenida las quebradas pueden albergar un total de 241.9 y en época de estiaje 271.28 familias de macroinvertebrados bentónicos (Figura 16).

Figura 16. Riqueza de especies observadas y esperadas en época de avenida y estiaje.



4.2.3. Análisis de Componentes Principales (ACP).

Las zonas de muestreo en época de avenida pueden ser diferenciados al 50.78%; los parámetros fisicoquímicos que ayudan a diferenciar son: conductividad, dureza y cloro (figura 17). En época de estiaje alcalinidad, cloro y conductividad caracterizaron a las zonas de colecta. El Análisis de Componentes Principales explica esta variabilidad al 60.15% (figura 18).

En época de avenida, las taxas en las dos zonas de colecta pueden ser diferenciados al 44.64% y en época de estiaje al 51.71%. Los grupos taxonómicos que ayudan a diferenciar son: Elmidae, Leptophlebiidae, Haplotaenidae y Palaemonidae en época de avenida (figura 19) y Elmidae, Caenidae, Euthyplociidae y Leptophlebiidae en época de estiaje (figura 20).

Figura 17. Análisis de Componentes Principales con matriz de covarianza a partir de los parámetros fisicoquímicos analizados en época de avenida.

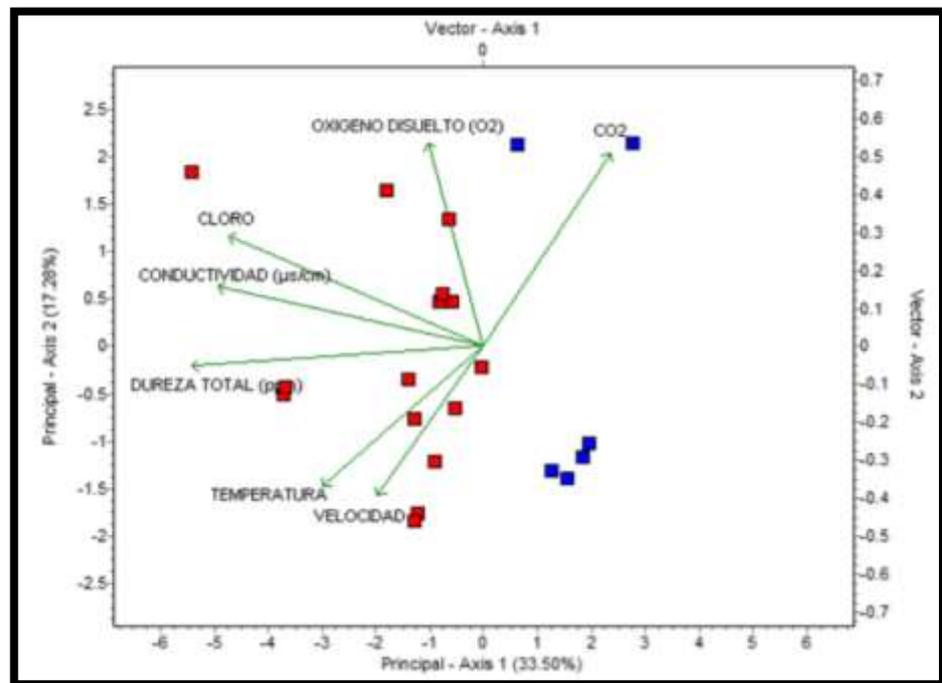


Figura 18. Análisis de Componentes Principales con matriz de covarianza a partir de los parámetros fisicoquímicos analizados en época de estiaje.

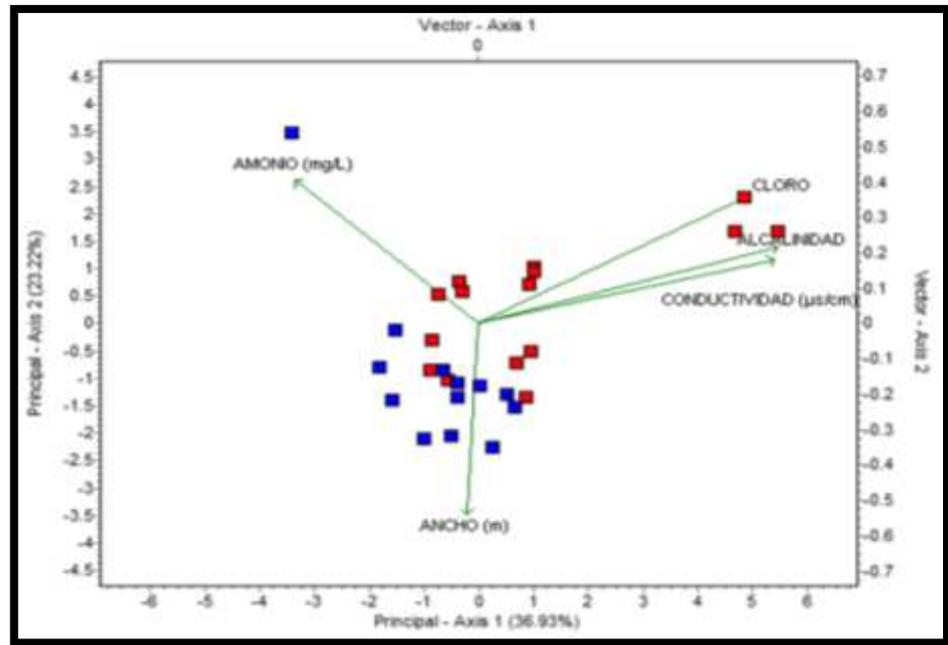


Figura 19. Análisis de Componentes Principales con matriz de covarianza a partir de los grupos taxonómicos analizados en época de avenida.

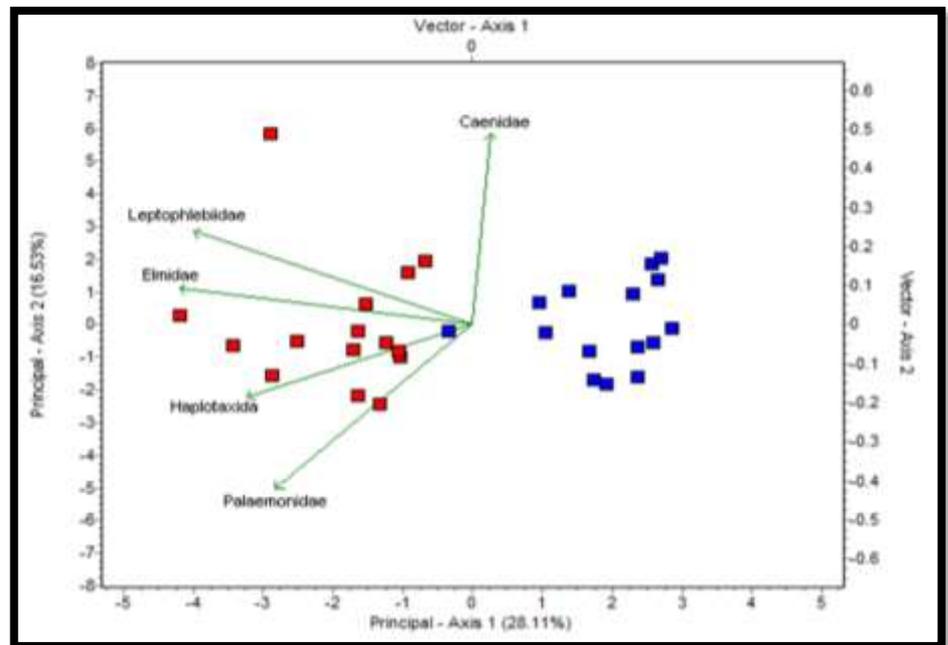
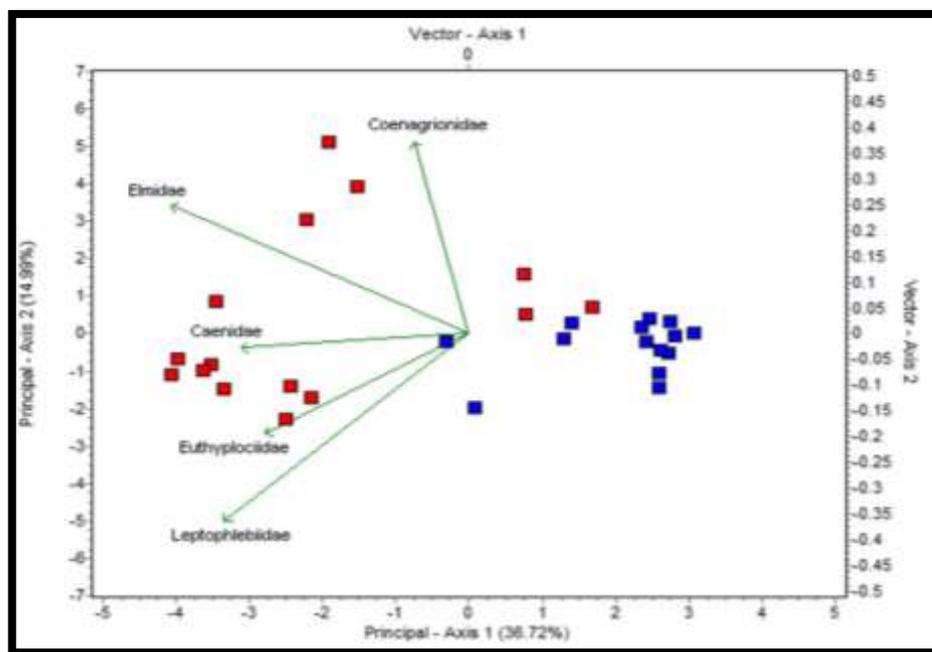


Figura 20. Análisis de Componentes Principales con matriz de covarianza a partir de los grupos taxonómicos analizados en época de estiaje.



4.2.4. Relaciones entre los grupos taxonómicos de macroinvertebrados bentónicos y las variables fisicoquímicas.

Se utilizó el análisis de correlación múltiple (Coeficiente de correlación de Spearman) para explorar la manera en que las variables fisicoquímicas influyen sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos.

En las tablas 4 y 5 se muestra las correlaciones entre los grupos taxonómicos y los parámetros fisicoquímicos. Las correlaciones más próximas a 1 indican una mayor correlación, es decir, que cuando se registran valores altos de parámetros fisicoquímicos aumenta el número de ciertos grupos taxonómicos. Las correlaciones negativas indican que al aumentar la cantidad de ciertos parámetros fisicoquímicos disminuye la cantidad de algunos organismos bentónicos.

Tabla 4. Matriz de correlaciones-Avenida.

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	GRUPOS TAXONOMICOS	COEFICIENTES DE CORRELACION
DUREZA	Elmidae	0.766
	Baetidae	0.489
	Calopterygidae	0.5
	Coenagrionidae	0.465
	Libellulidae	-0.392
	Blatellidae	0.43
	Perlidae	0.44
	Calamoceratidae	0.44
	Haplotaenidae	0.42
	Haplotaenidae	0.42
CLORO	Elmidae	0.456
	Baetidae	0.473
	Caenidae	0.36
	Polymitarcyidae	0.383
	Notonectidae	0.358
	Aeshnidae	0.356
	Blatellidae	0.356
	Perlidae	0.424
	Aranae	0.466
	Ampullaridae	0.487
CONDUCTIVIDAD	Caenidae	0.474
	Gomphidae	0.45
	Elmidae	0.448
	Euthyplociidae	0.424
	Blatellidae	0.402
	Calamoceratidae	0.387
	Leptophlebiidae	0.386
	Scirtidae	0.365
	Perlidae	0.309
	Diplopoda	-0.365

Tabla 5. Matriz de correlaciones-Estiaje.

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	GRUPOS TAXONOMICOS	COEFICIENTES DE CORRELACION
CONDUCTIVIDAD	Scirtidae	0.414
	Culicidae	0.418
	Caenidae	0.353
	Coenagrionidae	0.488
	Hydroptilidae	0.567
	Unionidae (Gasterópoda)	0.561
CLORO	Elmidae	0.532
	Scirtidae	0.453
	Chironomidae	0.568
	Culicidae	0.515
	Tipulidae	0.464
	Caenidae	0.494
	Polymitarcyidae	0.554
	Pyralidae	0.433
	Calopterygidae	0.389
	Gomphidae	0.401
	Blatellidae	0.432
	Hydroptilidae	0.451
	Unionidae (Gasterópoda)	0.757
	Unionidae (Bivalvia)	0.487
ALCALINIDAD	Elmidae	0.508
	Scirtidae	0.512
	Culicidae	0.619
	Caenidae	0.615
	Euthyplociidae	0.426
	Naucoridae	-0.377
	Pyralidae	0.391
	Coenagrionidae	0.352
	Hydroptilidae	0.496
	Unionidae (Gasterópoda)	0.757
	Unionidae (Bivalvia)	0.604

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

Los parámetros fisicoquímicos evaluados en época de avenida y estiaje no presentaron grandes variaciones. Al respecto **Maco (2006), Correa y Ortega (2010)**, mencionan que las quebradas evaluadas presentan características propias de ambientes acuáticos de agua negra; es decir, baja conductividad lo cual indica que son pobres con relación al contenido de electrolitos y nutrientes. Además, de una temperatura de 28,5°C en promedio y bajo contenido de oxígeno disuelto.

El oxígeno disuelto presento variaciones en época de avenida y estiaje; estas fluctuaciones están influenciadas por el movimiento del agua lo que favorece la renovación constante del oxígeno disuelto a lo largo de las quebradas. Los promedios más alto de oxígeno disuelto se registraron en época de estiaje, concordando con lo expuesto por **Minaya (2017)** quien manifiesta que los niveles de oxígeno disuelto son ligeramente mayores en estiaje que en avenida.

Teniendo en cuenta el Decreto Supremo N°004-2017-MINAM-Estándar de Calidad Ambiental/Categoría IV: Conservación del ambiente acuático para ríos de la selva, la concentración de oxígeno disuelto es ≥ 5 , los resultados muestran que en algunas quebradas los datos están por debajo de estos valores; lo que podría ser motivo de preocupación en la conservación de estos ecosistemas. **Rivera (2011)**, cita a Lewis (2000), y señala que los sistemas loticos tropicales tienden a presentar un alto déficit de oxígeno. Los máximos valores de oxígeno que se registraron en algunas quebradas podría ser causado por factores como, fuertes vientos de la época y condiciones del clima.

La conductividad registro los mayores valores en época de estiaje; este es un resultado similar al reportado por **Teves (2016), Motta, Ortega, Niño, & Aranguren, (2016)**, quienes señalan que los ríos suelen presentar valores más altos de CE durante la época seca a causa de la disminución del caudal del río.

En cuanto a la temperatura del agua de las quebradas, los mayores promedios se registraron en época de estiaje, época donde la radiación solar es mayor y llueve muy poco. La temperatura es una variable que se encuentra fuertemente influenciada por factores como la radiación solar y la precipitación. Tanto en época de avenida y estiaje las fluctuaciones de temperatura del agua no fueron notorias. En ese sentido **Rivera, (2011)** cita a Roldán et al., (2001), menciona que esta es una característica de los ecosistemas tropicales donde las temperaturas no sufren grandes variaciones a lo largo del año, como las que ocurren en las zonas templadas debido a los cambios estacionales.

El pH se mantuvo en un rango ligeramente ácido y sin gran variabilidad a lo largo del estudio. En general, los ríos amazónicos de agua negra al originarse dentro del bosque húmedo, los niveles de pH varían entre ácido a ligeramente ácido (**Autoridad Nacional del Agua**) 3.5 a 6.9 (a veces 3.7) (**Maco, 2006**).

Teniendo en cuenta el Decreto Supremo N°004-2017-MINAM-Estándar de Calidad Ambiental/Categoría IV: Conservación del ambiente acuático para ríos de la selva, el pH varía entre 6.5 y 9, rango en la cual se encontraron la mayor parte de las estaciones de muestreo.

Las quebradas del área de influencia del eje carretero presentaron una mayor abundancia de macroinvertebrados en época de avenida, pero registraron mayor diversidad en época de estiaje; siendo Chironomidae, Palaemonidae, Leptophlebiidae y Elmidae las taxas más abundantes. Esto es concordante con lo reportado por **Forero-céspedes & Reinoso-Flórez, (2013)**, quienes en un estudio realizado en el Rio Opia-Colombia reportaron una mayor abundancia de estos organismos.

Se sabe que la familia Chironomidae, predominante en ambas épocas de colecta, son una familia de insectos más ampliamente distribuidos y los más abundantes en todo tipo de hábitats acuáticos, en sistemas loticos y lenticos y sobre todo tipo de sustrato (**Oviedo-Machado & Reinoso-Flórez, 2018**). Asimismo, se sabe que estos

organismos prefieren aguas con bajos niveles de oxígeno (**Epler 2001**). Teniendo una relación con que en época de avenida se registraron los menores niveles de oxígeno y por ende se reportaron la mayor cantidad de Chironomidos.

La segunda familia más abundante en ambas épocas de muestreo fue Palaemonidae, esta es una familia de camarones; habitantes de aguas loticas, con velocidad de corriente, rara vez habitantes de aguas remansas (**Villalobos, 1966**). En ese sentido, en época de estiaje se registró la mayor velocidad de corriente y por ende la mayor cantidad de individuos.

Elmidae fue la familia más abundante de la orden coleóptera; estos individuos se caracterizan por ser principalmente acuáticos (**Forero-céspedes & Reinoso-Flórez, 2013**). Según **González-Córdoba, Zúñiga, & Manzo, (2015)** las larvas y adultos de la mayoría de especies de esta familia se encuentran en corrientes de aguas limpias, bien oxigenadas y con elevada velocidad por lo cual se las utiliza como indicadoras de la calidad del agua (**Manzo, 2013**).

Mediante el Análisis de Correlación Múltiple (coeficiente de correlación de Spearman) se pudo evidenciar ciertas correlaciones entre algunos grupos taxonómicos y los parámetros fisicoquímicos. Diversos autores como Morelli & Verdi, (2014) (Cita a Quinn y Hickey, 1990; Roldán, 1996; Toro et al., 2002; Domínguez y Fernández, 2009; Carvacho, 2012; Meza et al., 2012) mencionan que el pH, la conductividad, el oxígeno disuelto y la temperatura son determinantes en la distribución de los macroinvertebrados acuáticos, asimismo, son los parámetros a los que estos organismos son más sensibles. Esto difiere con lo observado en el presente estudio, donde se observó una mayor influencia de los parámetros como la dureza, el cloro, la alcalinidad y la conductividad con la abundancia de ciertos grupos taxonómicos.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

1. Se evaluó las características fisicoquímicas del agua de las quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos-Nauta en época de avenida y estiaje; identificando que estos no varían mucho según la estacionalidad de las mismas (avenida-estiaje).
2. Al comparar los resultados con el ECA-Agua se encontró que solo el oxígeno disuelto y el pH son los únicos parámetros fisicoquímicos que no obedecen a lo establecido en el estándar, registrándose valores por debajo de lo establecido. Los demás parámetros fisicoquímicos evaluados no son contemplados en el Estándar de Calidad Ambiental- Agua/Categoría IV: Conservación del ambiente acuático para ríos de la selva.
3. El análisis de correlación múltiple (coeficiente de correlación de Spearman) mostro la influencia que tiene la dureza, cloro, conductividad y alcalinidad con la abundancia de ciertos grupos taxonómicos.

CAPÍTULO VII

RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones de los parámetros fisicoquímicos de las quebradas estudiadas, a fin de conocer como fluctúan estos a lo largo del año debido a las actividades antrópicas en la zona que afectan la calidad de agua de las mismas.
2. Realizar muestreos constantes de las quebradas estudiadas a fin de comprender las variaciones de la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, y como las actividades antrópicas están afectando a su población.
3. Seguir con el monitoreo de macroinvertebrados acuáticos a fin de contar con mayor información sobre estos organismos en selva baja.
4. Dar a conocer a la población y tomadores de decisiones la información recopilada en el presente trabajo de investigación, para fines que se crean convenientes.
5. Realizar estudios taxonómicos de los macroinvertebrados bentónicos para contar con una base de datos de estos organismos en amazonia peruana.

CAPÍTULO VIII

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Rodríguez, M. (1994).** Crecimiento urbano de Iquitos: Condicionamientos estructurales en la década del 70' y sus perspectivas. Documento técnico N°08. <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/ST008.pdf>
- PDU-IQUITOS.** Plan de desarrollo urbano sostenible de Iquitos 2011-2021. http://eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/PDU_MUNICIPALIDADES/IQUITOS/PDU_IQUITOS_TOMO_1.pdf
- Moschella, P. (2019).** El desafío del crecimiento urbano sostenible en la ciudad amazónica de Iquitos.
- Carvacho Aránguiz, C. A. (2012).** *Estudio de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y desarrollo de un índice multimétrico para evaluar el estado ecológico de los ríos de la Cuenca del Limari en Chile* [tesis de maestría, Universitat de Barcelona]. <https://core.ac.uk/download/pdf/16207073.pdf>
- Betancourth Oña, J. C. (2007).** *Análisis estacional de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos en un tramo del río Portoviejo-Guayaquil-Ecuador* [tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/reduq/868/1/An%C3%A1lisis%20estacional%20de%20las%20comunidades%20de%20macroinvertebrados%20acu%C3%A1ticos.pdf>
- Samboni Ruiz, N. E., Carvajal Escobar, Y., & Escobar, J. C. (2007).** A review of physical-chemical parameters as water quality and contamination indicators. *Revista ingeniería e investigación vol. 27 No.3*, 172-181. <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v27n3/v27n3a19.pdf>
- Torres-Martínez, M. A., Solís-Marín, F. A., Laguarda-Figueras, A., Sour-Tovar, F. (2016).** Influence of physicochemical variables in the size structure and distribution of *Meoma ventricosa grandis* (Echinodermata: Brissidae) within the Boca Chica Channel, Acapulco, Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. Vol. 51, N°2: 373-383. DOI: 10.4067/S0718-19572016000200014.

- Aslan-Cihangir, H., & Pancucci-Papadopoulou, M.A. (2012).** Spatial and temporal variation of echinoderm assemblages from soft bottoms of the Çanakkale Strait (Turkish Strait System) with a taxonomic key of the genus *Amphiura* (Echinodermata: Ophiuroidea). *Turkish Journal of Zoology* 36(2): 147-161. DOI: 10.3906/zoo-1008-20.
- Guzmán, Y., Campos, L., Tello, H., Tello, S., Rodríguez, F., Panduro, I., Araujo A., Mendoza, R. (2009).** Diagnóstico y marco estratégico para la gestión integrada de la cuenca del río nanay, Loreto.
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/BC90DDE0F044B03D05257B7200771A18/\\$FILE/ESTRATEGIA-NANAY.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/BC90DDE0F044B03D05257B7200771A18/$FILE/ESTRATEGIA-NANAY.pdf)
- Molina Uribe, C., & Rueda Sevilla, J. (2012).** *Aquatic Macroinvertebrates, Excellent Biological Indicators in the EIA: Different Case Studies in East of Iberian Peninsula.* 333-337.
https://www.researchgate.net/publication/236960745_Los_Macroinvertebrados_acuaticos_excelentes_indicadores_biologicos_en_la_EIA
- Giacometti, J. C. & Bersosa, F. (2006).** Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad de agua en el río Alambi. Ecuador. *Boletín Técnico* 6, Serie Zoológica 2: 17-32 p.
<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-serie-zoologica/article/viewFile/1394/985>
- Molina, C.I., Gibon, F.M., Pinto, J., Rosales, C. (2008).** Estructura de macroinvertebrados acuáticos en un Río Altoandino de la Cordillera Real, Bolivia: variación anual y longitudinal en relación a factores ambientales. *Ecología Aplicada*, 7(1,2). <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v7n1-2/a13v7n1-2.pdf>
- Rivera Usme, J. J. (2011).** *Relación entre la composición y biomasa de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos y las variables físicas y químicas en el humedal Jaboque Bogota-Colombia* [tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia]. <http://bdigital.unal.edu.co/4206/>
- Nuñez, J. C., Fragoso-Castilla, P. J. (2019).** Uso de Macroinvertebrados Acuáticos como Bioindicadores de Contaminación del agua de la Ciénaga Mata de Palma. Colombia. *Información tecnológica.* Vol. 30(5), 319-328.
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v30n5/0718-0764-infotec-30-05-319.pdf>

Tapia, L., Sánchez, T., Baylón, M., Jara, E., Arteaga, C., Maceda, D., Salvatierra, D. (2018). Benthic invertebrates as bioindicators of water quality in lagoons altoandinos of Peru. *Revista Ecología Aplicada*.

<http://dx.doi.org/10.21704/rea.v17i2.1235>.

Bullón Alcalá, V.E (2016). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua en la cuenca del Río Perene, Chanchamayo* [tesis de grado, Universidad del Centro del Perú].

<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/3462>

Oré Velásquez, J. B. (2016). *Evaluación de la contaminación del agua ocasionada por actividades piscícolas del río Chia en el distrito de Ingenio-Huancayo*. [tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú].

<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4578>

Bocanegra-Chung, I., Perea-Saavedra, Z., & Alvan-Aguilar, M. (2011). EVALUACIÓN DE COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS ASOCIADOS A TRES ESPECIES DE MACRÓFITAS ACUÁTICAS EN LA LAGUNA DE MORONACOCHA, IQUITOS. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 1(2), 96-103. <https://doi.org/10.22386/ca.v1i2.10>

Teves Aguirre, M. (2016). *Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del río Caca, región Lima*. [tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/6797>

Fernández Cirelli, A. (2012). El agua: un recurso esencial. *Revista Química Viva*. vol. 11, núm. 3. Universidad de Buenos Aires.

<https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>

Morell-Bayard, A., Bergues-Garrido, P. S., Portuondo-Ferrer, E. R. (2015). Valoración de los parámetros físico-químicos de las aguas del Río San Juan en los períodos húmedo y seco de 2014. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*.

<https://www.redalyc.org/pdf/1813/181338814001.pdf>

Aznar Jiménez, A. (2000). *Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas*. [Gestión Ambiental-Instituto Tecnológico de Química y Materiales "Álvaro Alonso Barba". Universidad Carlos III. Madrid], 12-19.

Raffo Lecca, E., & Ruiz Lizama, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Industrial Data*. 71-80.

<http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/download/12035/10751/>

Solís-Castro, Y., Zúñiga-Zúñiga, A.; Mora-Alvarado, D. (2018). Conductivity as a predictive parameter of hardness in groundwater and spring water of Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, Vol. 31, N. ° 1, 36-40.

<http://dx.doi.org/10.18845/tm.v31i1.3495>

Maco García, J. (2006). The aquatic environment types of the Peruvian Amazonia. *Revista Folia Amazónica* 15 (1-2), 131-137.

Minaya Vela, R. (2017). *Parámetros físicos, químicos, microbiológicos, para determinar la calidad del agua en la laguna Moronacocha, época de transición creciente-vaciante. Iquitos. Perú* [tesis de grado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana].

http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4690/Reynaldo_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Auge, M. (2007). *Agua Fuente de Vida*. [Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Departamento de Ciencias Geológicas. La Plata].
<http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/aquafuentevida.pdf>

Sánchez Ramos, D. (2015). *Calidad del agua y su control*.
http://blog.uclm.es/davidsanchezramos/files/2016/05/11_Calidad-agua-y-control_v2015_resumen.pdf

El Peruano (2017). Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA). 10-19.

Ladrera Fernández, R. (2012). *Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos*. La Rioja. 26-28.

<https://agua.org.mx/biblioteca/los-macroinvertebrados-acuaticos-indicadores-del-ecologico-los-rios/>

Hanson, P., Springer, M. & Ramirez, A. (2010). *Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos*. Costa Rica. 3-37.

http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800001

Roldán Pérez, G. (2016). *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica*. Colombia. <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v40n155/v40n155a07.pdf>

- Laython, M. (2017).** Los Coleópteros Acuáticos (Coleoptera: Insecta) en Colombia Distribución y Taxonomía. Bogotá-Colombia.
<http://bdigital.unal.edu.co/61363/1/Laython%202017%20Cole%C3%B3pteros%20Acu%C3%A1ticos%20Colombia.pdf>
- Gutiérrez, C.; Reinoso-Flórez, G. (2010).** Géneros de ninfas del orden Ephemeroptera (Insecta) del departamento del Tolima, Colombia: listado preliminar. *Revista Biota Colombiana*.
<http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32833>
- Forero-Céspedes, A. M.; Gutiérrez, C. & Reinoso-Flórez, G. (2016).** Composition and structure of the Baetidae family (Insecta: Ephemeroptera) in a Colombian Andean basin. *Revista Hidrobiológica*.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972016000300459
- Vergara Olaya, D. L. (2009).** Lotic entomofauna as bioindicator of water's quality. Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/70037>
- De la Rosa, C., Flowers, R. (2010).** Ephemeroptera [Universidad de Costa Rica]. *Revista Biología Tropical*.
https://www.researchgate.net/publication/287242624_Chapter_4_Ephemeropte
- Sheffield, C., Waard, J., Morse, J., Rasmussen, A. (2019).** Trichoptera of Canada. *ZooKeys*, 507-508.
- Zamora-Muñoz, C., Sáinz-Bariáin, M., & Bonada, N. (2015).** Orden Trichoptera. *Revista IDE@ - SEA*.
- Altamiranda Saavedra, M. (2009).** Dragonfly (insecta: odonata) diversity in two use of soils in a tropical dry forest. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín* vol.62 no.2 Medellín.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472009000200006
- Muzón, J. (2009).** Current knowledge of Patagonian Odonata. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*.
https://www.researchgate.net/publication/262651752_Estado_actual_del_conocimiento_del_orden_Odonata_en_la_Patagonia
- Ramírez, A. (2010).** ODONATA. *Revista Biología Tropical*.
http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800005

- Rojas-Sandino, L., Reinoso-Flórez, G., & Vásquez-Ramos, J. (2018).** Spatial and temporal distribution of aquatic Diptera (Insecta: Diptera) in the Alvarado River basin, Tolima, Colombia. *Revista Biota Colombiana*.
<http://dx.doi.org/10.21068/c2018.v19n01a05>.
- Rieradevall, M., & Prat, N. (2011).** Guía para el reconocimiento de las larvas de chironomidae (diptera) de los ríos altoandinos de Ecuador y Perú Clave para la determinación de los géneros. *Departamento de Ecología, Universidad de Barcelona*.
<http://www.ub.edu/riosandes/docs/CLAVE%20MACROMORFOLOGIA%20LA%20RVAS%20V10.pdf>.
- Hamada, N., & Ferreira-Kepple, R. (2012).** Guia ilustrado de insectos acuáticos e semiacuáticos da Reserva Forestal Ducke. Brasil: Universidade Federal do Amazonas.
- González-Córdoba, M.; Zúñiga, M. d. & Manzo, V. (2015).** Generic richness and distribution of Elmidae (Insecta: Coleoptera, Byrrhoidea) in the Valle del Cauca Department of Colombia. *Revista Biota Colombiana*. 51-67.
- Manzo, V. (2013).** Los élmidos de la región Neotropical (Coleoptera: Byrrhoidea: Elmidae): diversidad y distribución. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 199-206.
- Benetti, C., Toledo, M., Colpani, D., & Guimarães, B. (2018).** Familias Gyrimidae, Haliplidae y Noteridae. *Revista Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates* (Fourth Edition), 527-537.
- Ardila-Camacho, A., & Contreras-Ramos, A. (2018).** Order Megaloptera. *Revista Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates*. 217-225.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804223-6.00008-1>.
- Avelino-Capistrano, F., Pessacq, P., & Silva Barbosa, L. (2018).** Orden Plecoptera. *Revista Invertebrados de agua dulce de Thorp y Covich* (Cuarta Edición), 119-141.
- Castillo, G.; Zúñiga, M. D. & Bacca, T. (2013).** The order Plecoptera (Insecta) of Nariño department, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*. 229-236.
- Álvarez, F.; Villalobos, J.; Hendrickx, M.; Escobar-Briones, E.; Rodríguez-Almaraz, G. & Campos, E. (2014).** Biodiversidad de crustáceos decápodos (Crustacea: Decapoda) en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 209-216.

- Cunha Menezes, J. P., Coutinho Oliveira, L. F. & Salla, M. R. (2019).** *Métricas de comunidades bentónicas y calidad del hábitat asociadas a diferentes tipos de uso de la tierra.*
<https://www.researchgate.net/publication/334526722> Metrics of benthic communities and habitat quality associated to different types of land use.
- Samboni Ruiz, N. E., Carvajal Escobar, Y., & Escobar, J. C. (2007).** A review of physical-chemical parameters as water quality and contamination indicators. *REVISTA INGENIERÍA E INVESTIGACION*.VOL. 27 No.3, 172-181.
- Merrit & Cummins (1984), Roldán-Pérez (1999) y Hamada et al., (2014).** An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt Publishing Company, 3th edition, 862.
- Machado, V., Granda, R., & Endara, A. (2018).** Analysis of benthic macroinvertebrates and biotic indices to evaluate water quality in Sardina's River, Ecuadorian Chocó Andino. *Enfoque UTE*, V.9-N.4, 154-167.
- Hammer O., Harper, D., & Paul D. Ryan. (2001).** Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Paleontology Electronica.
http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm
- Maco García, J. (2006).** The aquatic environment types of the Peruvian Amazonia. *Revista Folia Amazónica* 15 (1-2), 131-137.
- Correa, E. & Órtega, H. (2010).** Fishes species diversity and seasonal variation in the lower basin of Nanay River, Peru. *Rev. peru. biol.* 17(1). ISSN 1727-9933. 037-042.
- Motta Díaz, Á., Ortega Corredor, L., Niño Fernández., & Aranguren Riaño, A. R. (2016).** Functional feeding groups of aquatic macroinvertebrates in a tropical stream (Colombia). *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 19(2), 25-433.
- Autoridad Nacional del Agua.** *Agua y más. Revista de la Autoridad Nacional del Agua.* 26-31. <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/3918>
- Forero-céspedes, A., & Reinoso-Flórez, G. (2013).** Water quality assessment of the Opia River (Tolima-Colombia), using macroinvertebrates and physicochemical parameters. *Revista LIMNOLOGIA.* 371-387.
- Oviedo-Machado, N., & Reinoso-Flórez, G. (2018).** Aspectos ecológicos de larvas de Chironomidae (Diptera) del río Opia (Tolima, Colombia). *Revista Colombiana de Entomología* 44 (1). 101-109 pp.

DOI: 10.25100/socolen.v44i1.6546.

Epler JH. (2001). Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina. *Febs Letters*. 81.

Villalobos, A. (1966). *Estudio de los palaemonidae de México, Macrobrachium acanthochirus n. sp., del suroeste de México* [Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional de México]. Tomo XXXVII. Nos. 1 y 2, 167-173.

González-Córdoba, M.; Zúñiga, M. d. & Manzo, V. (2015). Generic richness and distribution of Elmidae (Insecta: Coleoptera, Byrrhoidea) in the Valle del Cauca Department of Colombia. *Revista Biota Colombiana*. 51-67.

Morelli, E., & Verdi, A. (2014). Aquatic macroinvertebrate diversity in freshwater streams with native riparian vegetation of Uruguay. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 1160-1170. DOI: 10.7550/rmb.45.

ANEXOS

Anexo 1. Parámetros fisicoquímicos evaluados en época de avenida.

QUEBRADAS		HABANILLO			LINDERO			PINTUYACU			TOCÓN			PAUJIL			SAN PEDRO			SANTA CRUZ			TAMBISHI			AGUA NEGRA			LLANCHAMA		
PUNTOS DE MUESTREO		H1	H2	H3	L1	L2	L3	P1	P2	P3	T1	T2	T3	P1	P2	P3	SP1	SP2	SP3	SC1	SC2	SC3	T1	T2	T3	AN1	AN1	AN1	LL1	LL1	LL1
F I P S A I R C A O M Q E U T I R M O I S C O S	PH	7.215	5.9	9.98	6	7.24	6.48	5.5		7.95	6.5		6.07	6		6.06	4.99	4.99	4.99	5.1	5.1	5.1	4.9	4.9	4.9	5	5	5	4.7	4.7	4.7
	TEMPERATURA	25.5	25.6	25.4	25.5	26.7	25.65	26.6	26.5	26.5	26.13	26.17	25.97	26.73	26.63	26.47	26.4	26.2	26.4	26	26	26	26	26	26	25	25	25	25.8	25.8	25.8
	OXIGENO DISUELTO (O2)	6.92	6.92	3.2	3.9	3.9	5.4	4.2	4.2	4.4	3.8	3.8	5.485	3.5	3.5	5.29	3.98	3.97	3.98	2.6	2.6	2.6	2.1	2.1	2.1	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
	CONDUCTIVIDAD (µs/cm)	62.4	17.12	24.6	10.61	10.7	18.04	12.3	12.1	12	19.82	19.97	19.6	72.5	73.8	74.1	6.91	6.59	6.91	7.82	7.82	7.82	7.25	7.25	7.25	13.72	13.72	13.72	14.92	14.92	14.92
	NITRITO (mg/L)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	AMONIO (mg/L)	0.05	0.05	0.05	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	3.0	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5
	DUREZA TOTAL (ppm)	8	8	8	12	12	12	4	4	4	12	12	12	16	16	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	COLOR	16	16	16	8	8	12	16	16	12	8	8	12	16	16	20	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	12	12	12
	CO2	10	10	10	9	9	9	13	13	10	8	8	8	8	8	10	13	13	13	7	7	7	8	8	8	15	15	15	15	15	15
	ALCALINIDAD	8	8	8	8	8	4	12	12	4	12	12	8	16	16	24	0	0	0	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	VELOCIDAD	0.041	0.041	0.041	0.035	0.035	0.035	0.051	0.051	0.051	0.113	0.113	0.113	0.056	0.056	0.056	0.102	0.102	0.102	0.020	0.020	0.020	0.025	0.025	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	ANCHO (m)	3.86	3.86	3.86	6.02	6.02	6.02	7.39	7.39	7.39	5.01	5.01	5.01	3.64	3.64	3.64	15	15	15	12	12	12	15	15	15	25	25	25	0	0	0
PROFUNDIDAD (m)	0.46	0.50	0.53	0.98	0.72	0.83	0.70	0.62	1.13	0.56	1.05	0.76	0.25	0.36	0.37	4.85	4.65	4.65	4.16	4.16	4.16	4.81	4.81	4.81	2.98	2.98	2.98	2.62	2.62	2.62	

Estos datos fueron registrados en el mes de mayo del año 2019.

Anexo 2. Parámetros fisicoquímicos evaluados en época de estiaje.

QUEBRADAS		HABANILLO			LINDERO			PINTUYACU			TOCON			PAUJIL			SAN PEDRO			SANTA CRUZ			TAMBISHI			AGUA NEGRA			LLANCHAMA		
PUNTOS DE MUESTREO		H1	H2	H3	L1	L2	L3	P1	P2	P3	T1	T2	T3	P1	P2	P3	SP1	SP2	SP3	SC1	SC2	SC3	T1	T2	T3	AN1	AN2	AN3	LL1	LL1	LL1
F I S I C A O M Q E U T I R M O I S C O S	PH	6.50	6.50	6.50	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.48	6.77	8.3	7.3	7.5	7.1	7.32	6.52	7.61	7.84	8.87	7.46	7.32	7.3	5.55	7.32	7.3	5.55	4.7	4.7	4.7
	TEMPERATURA	25.8	26.1	26.2	28	27.8	26.2	28	27.7	29.9	28.2	27.9	27.3	29	28.5	28	26	26.3	27.4	28	27.5	27.7	25.2	26.2	27.2	28.00	28.2	27.8	25.8	25.8	25.8
	OXIGENO DISUELTO (O2)	1.53	1.32	1.83	3.85	3.85	5.02	5.59	5.55	5.56	10	10	10	10	10	10	5.74	6.9	6.17	6.68	6.96	6.81	6.88	7	6.92	6.77	6.71	6.78	5.3	5.3	5.3
	CONDUCTIVIDAD (µs/cm)	43	42	41.2	20.76	20.26	20.44	22	21.42	21.81	36.9	37.1	38.4	175	168.3	165.7	6.33	18.67	37.6	69.8	70.8	12.6	45.67	44.9	39.8	14.25	13.46	13.97	14.92	14.92	14.92
	NITRITO (mg/L)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.05	0.05	0	0	0	0.05	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.05	0.05
	AMONIO (mg/L)	0.10	0.10	0.10	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	0.0	0.0	0.0	0.05	0.05	0.05	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0	1.5	1.5	1.5
	DUREZA TOTAL (ppm)	18	18	12	8	8	12	24	24	8	16	16	16	20	20	20	0	0	0	6	6	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CLORO	12	12	10	8	8	10	12	12	12	16	16	12	28	28	32	8	4	4	8	8	10	10	8	8	8	8	12	12	12	12
	CO2	11	11	11	8	8	5	3	3	6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	7	7	9	4	4	8	9	9	32	15	15	15
	ALCALINIDAD	28	28	24	12	12	10	16	16	16	24	24	24	48	44	44	12	12	12	16	16	16	16	12	12	8	8	8	8	8	8
	VELOCIDAD	0.014	0.014	0.010	0.057	0.024	0.031	0.122	0.102	0.102	0.041	0.041	0.030	0.128	0.063	0.089	0.017	0.019	0.011	0.029	0.029	0.039	0.059	0.055	0.061	0.153	0.049	0.030	0.000	0.000	0.000
	ANCHO (m)	3.25	3.88	2.73	5.88	5.73	4.1	6.2	7.93	6.77	4.8	5	3.6	2.63	3.4	1.73	9.01	9.01	10.8	6.5	6.5	6.5	6.4	6.13	6.13	7.57	8.60	8.40	0	0	0
PROFUNDIDAD (m)	0.21	0.57	0.35	0.85	0.74	0.69	0.65	0.51	0.98	0.34	0.82	0.56	0.19	0.20	0.18	0.68	1.13	1.13	0.27	0.27	0.27	0.31	0.38	0.46	0.56	0.63	0.64	0.58	0.60	0.35	

Estos datos fueron registrados en setiembre del año 2019.

Anexo 3. Abundancia y riqueza en época de avenida.

CLASIFICACION TAXONOMICA				HABANILLO			LINDERO			PINTUYACU			TOCON			PAUJIL			SAN PEDRO			SANTA CRUZ			TAMBISHI			AGUA			LLANCHAM			TOTAL			
FILO	SUBFILO	CLASE/SUBCLASE	ORDEN/SUBORDEN	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
ARTHROPODA	HEXAPODA	Insecta/Perigota	Coleoptera	Amphizoidae				1															1											2			
				Dytiscidae			3					1	4	1	1	5									5	2	1	3	3				1	1	3	34	
				Elmidae	9	11	6	5	13	19	5	13	17	22	9	7	18	26	20	6	15	10			1			1								237	
				Gyrinidae			2																				1									3	
				Helophidae			1																													1	
				Hydrophilidae			2																						1							3	
				Limnichidae	1																															1	
				Scirtidae		2			1	1						2		2	1							1										10	
				Staphylinidae									1																								1
				Diptera	Ceratopegonidae			1				2						1	1	1	2					1	2		1	2						2	16
			Chironomidae		11	11	6	6	12	17	17	3	2	6	6	11	22	41	3	43	16	7	22	101	22	15	28	56	86	41	58	45	42	61	817		
			Curculidae																												1			1		2	
			Dorichopodidae											2	2					2													1			7	
			Empididae															1																		1	
			Phoridae																									1	1							2	
			Simuliidae																	4																4	
			Tipulidae								1									2	1															4	
			Ephemeroptera		Baetidae			1		1	2	4	1	25			5	2	3		1															45	
					Caenidae	3	1	2	1	5			2	1			2	5	23	5	1			1	1				29	2	22	3		8		117	
				Euthyplociidae	2	3	5	8	2	4				2	2			1																	29		
				Leptophlebiidae	10	11	11	13	6	10	166	6	4	1	1	2	4	31	1	4		4		1				3	1	16		2		308			
				Polymitarcyidae	2	1					1							2		2															8		
				Ptamanthidae	3	1			1											2		2													5		
			Tricorythidae				6		1								2																		9		
				Hemiptera	Corixidae							1																				1			2		
					Gerridae																				1											1	
					Naucororidae																													3		3	
			Notonectidae								3	4	1																						8		
			Veliidae		1		1				3	3	3				1	23	1			3									2			41			
				Pyrallidae													2			3														5			
			Megaloptera	Salidae	1															1															2		
				Aeshnidae	1	1																													2		
			Odonata	Calopterygidae					1	7	4	2				2	3	2																	21		
				Coenagrionidae	1	2				1	5	4	2			3	7	3				1		1											30		
				Gomphidae	1				1	1	2		1			1	5	7																	19		
				Libellulidae								1	3				5	4					1	2	1	1	3	1	7	4	6	14	2	2	57		
			Blattodea	Blattellidae												2	3																		5		
				Recoptera	Perilidae		1	2		1	2	1					3																		10		
			Caranoceratidae		2	5	2	3		13	1	1		2	2																	1			32		
			Trichoptera	Glossosomatidae																							1		1	3					5		
				Helicopsychidae						4	1		1																						6		
				Hydropsychidae	1		4	1	7		1		1	1	1	1	2	1	3	1	2			2				11	8	3				51			
Hydrophidae														6																		6					
Lepoceridae	3	2			2		2							1											5	4	1	1	1			22					
Polycentropodidae	1			3	1	2	2										1							1			1					13					

Anexo 5. Total de individuos capturados por estaciones de muestreo-Época de avenida.

TAXAS	QUEBRADAS										
	HABANILLO	LINDERO	PINTUYACU	TOCÓN	PAUJIL	SAN PEDRO	SANTA CRUZ	TAMBISHI	AGUA NEGRA	LLANCHAMA	TOTAL
<i>Amphizoidae</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
<i>Dytiscidae</i>	3	0	6	6	0	0	7	7	0	5	34
<i>Elmidae</i>	26	37	35	38	64	31	1	1	2	2	237
<i>Gyrinidae</i>	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3
<i>Helodidae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Hydrophilidae</i>	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
<i>Limnichidae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Scirtidae</i>	2	2	0	2	3	0	1	0	0	0	10
<i>Staphylinidae</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Ceratopogonidae</i>	0	1	2	0	2	3	0	3	3	2	16
<i>Chironomidae</i>	28	35	22	23	66	66	145	99	185	148	817
<i>Culicidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Dolichopodidae</i>	0	0	0	4	0	2	0	0	0	1	7
<i>Empididae</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Phoridae</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
<i>Simuliidae</i>	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
<i>Tipulidae</i>	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	4
<i>Baetidae</i>	1	3	30	5	5	1	0	0	0	0	45
<i>Caenidae</i>	6	6	3	2	33	1	2	0	53	11	117
<i>Euthyplociidae</i>	10	14	0	4	1	0	0	0	0	0	29
<i>Leptophlebiidae</i>	32	29	176	4	36	8	1	0	4	18	308
<i>Polymitarcyidae</i>	3	0	1	0	2	2	0	0	0	0	8
<i>Potamanthidae</i>	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Tricorythidae</i>	0	6	1	0	2	0	0	0	0	0	9
<i>Corixidae</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
<i>Gerridae</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Naucoridae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
<i>Notonectidae</i>	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Veliidae</i>	2	0	9	0	25	3	0	0	0	2	41
<i>Pyralidae</i>	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	5
<i>Sialidae</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
<i>Aeshnidae</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Calopterygidae</i>	0	1	13	0	7	0	0	0	0	0	21
<i>Coenagrionidae</i>	3	1	11	0	13	1	1	0	0	0	30
<i>Gomphidae</i>	1	2	3	0	13	0	0	0	0	0	19
<i>Libellulidae</i>	0	0	4	0	9	0	4	5	17	18	57
<i>Blatellidae</i>	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5
<i>Perlidae</i>	3	3	1	0	3	0	0	0	0	0	10
<i>Calamoceratidae</i>	9	16	2	4	0	0	0	0	0	1	32
<i>Glossosomatidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5
<i>Helicopsychidae</i>	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Hydropsychidae</i>	5	8	2	3	6	3	2	0	22	0	51
<i>Hydroptilidae</i>	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	6
<i>Leptoceridae</i>	5	4	0	0	1	0	0	0	10	2	22
<i>Polycentropodidae</i>	4	5	0	0	0	1	0	1	1	1	13
<i>Isotomidae</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Limnadiidae</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Palaemonidae</i>	52	60	97	29	7	1	50	24	4	8	332
<i>Aranae</i>	0	0	3	0	7	1	0	0	0	1	12
<i>Diptopoda</i>	0	0	0	0	0	7	0	2	0	0	9
<i>Adenophorea</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Haplotaxida</i>	1	11	32	98	3	5	0	2	2	0	154
<i>Clitellata/Hirudinea</i>	0	1	2	0	0	0	0	0	2	0	5
<i>Ampullaridae</i>	15	0	1	4	14	0	0	0	0	0	34
<i>Unionidae</i>	4	0	0	0	1	0	1	1	3	2	12
<i>Rhabditophora</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	229	251	469	226	339	149	217	147	311	231	2569

Anexo 6. Total de individuos capturados por estaciones de muestreo-Época avenida-Época de estiaje.

TAXAS	QUEBRADAS										
	HABANILLO	LINDERO	PINTUYACU	TOCÓN	PAUJIL	SAN PEDRO	SANTA CRUZ	TAMBISHI	AGUA NEGRA	LLANCHAMA	TOTAL
<i>Chrysomelidae</i>	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	4
<i>Dryopidae</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Dytiscidae</i>	1	0	0	0	0	5	4	1	2	1	14
<i>Elmidae</i>	27	77	23	122	79	8	0	1	0	8	345
<i>Gyrinidae</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Hydrophilidae</i>	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Noteridae</i>	1	1	0	1	0	1	0	7	0	4	15
<i>Scirtidae</i>	1	1	1	0	31	0	0	0	0	0	34
<i>Ceratopogonidae</i>	0	8	10	8	12	4	13	6	21	3	85
<i>Chironomidae</i>	56	103	31	57	191	22	13	27	32	52	584
<i>Culicidae</i>	2	0	0	2	3	0	0	0	0	0	7
<i>Dolichopodidae</i>	0	0	5	0	0	0	0	0	1	0	6
<i>Empididae</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Muscidae</i>	0	0	1	0	4	0	1	2	1	0	9
<i>Phoridae</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	4
<i>Psychodidae</i>	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Sciomyzidae</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Simuliidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	4
<i>Tabanidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3
<i>Tipulidae</i>	1	1	21	0	6	0	0	2	0	7	38
<i>Baetidae</i>	0	4	4	0	3	0	0	0	0	0	11
<i>Caenidae</i>	24	16	1	39	10	0	0	0	0	0	90
<i>Euthyplociidae</i>	15	32	0	26	3	0	0	0	0	0	76
<i>Leptophlebiidae</i>	70	46	1	65	3	4	5	0	1	30	225
<i>Polymitarcyidae</i>	3	11	0	20	12	0	0	0	0	7	53
<i>Potamanthidae</i>	3	4	0	5	1	0	0	0	0	0	13
<i>Tricorythidae</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Belostomatidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Corixidae</i>	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	5
<i>Gerridae</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Mesovelidae</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Naucoridae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Notonectidae</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Veliidae</i>	0	0	0	0	5	10	0	1	0	0	16
<i>Pyrallidae</i>	0	0	2	0	4	0	0	0	0	0	6
<i>Corydalidae</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Sialidae</i>	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	11
<i>Calopterygidae</i>	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	4
<i>Coenagrionidae</i>	0	1	0	3	44	0	0	2	0	0	50
<i>Gomphidae</i>	5	14	0	1	8	0	0	0	0	5	33
<i>Libellulidae</i>	2	0	0	0	10	2	0	0	3	9	26
<i>Megapodagrionidae</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Blatellidae</i>	0	5	1	1	6	0	0	0	0	0	13
<i>Pertidae</i>	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3
<i>Calamoceratidae</i>	4	4	0	3	0	0	0	0	0	1	12
<i>Hydrobiosidae</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Hydropsychidae</i>	3	5	0	10	1	0	0	0	0	3	22
<i>Hydroptilidae</i>	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	4
<i>Leptoceridae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Polycentropodidae</i>	2	7	0	6	5	3	1	3	1	44	72
<i>Isotomidae</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Palaemonidae</i>	114	74	34	34	14	1	11	9	16	22	329
<i>Aranae</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Diplopoda</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Nematomorpha</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	3
<i>Haplotaaxida</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Citellata/Oligochaeta</i>	1	4	26	15	26	12	7	1	1	0	93
<i>Ampullaridae</i>	0	1	0	1	7	2	10	0	9	17	47
<i>Unionidae (Gasterópo)</i>	10	0	0	7	10	0	0	0	0	0	27
<i>Unionidae (Bivalvia)</i>	6	3	3	7	5	0	2	0	0	0	26
Total	359	442	185	439	514	76	68	67	94	215	2459

Anexo 7. Galería de fotos



Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6

Fotos 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Evaluación de los parámetros fisicoquímicos de las quebradas del área de influencia del eje carretero.



Foto 7



Foto 8



Foto 9



Foto 10



Foto 11



Foto 12

Foto 9. Frascos con sustrato colectado de las 10 quebradas

Foto 10. Frascos que contienen los organismos separados del sustrato, para su posterior identificación.

Foto 11 y 12: Triaje de muestras bentónicas (separación de los organismos del sustrato).