

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias

Escuela Académico Profesional de Biología – Microbiología

**EVALUACIÓN HIDROBIOLÓGICA DEL RÍO HUAYTIRE
DE LA PROVINCIA DE CANDARAVE DEL
DEPARTAMENTO DE TACNA**

TESIS

Presentada por:

Bach. Fabiola Bessy Zavalaga Talledo

Para optar el Título Profesional de:

Biólogo - Microbiólogo

**Tacna – Perú
2010**

UNIVERSIDAD NACIONAL “JORGE BASADRE GROHMANN”

FACULTAD DE CIENCIAS

Escuela Académico Profesional de Biología – Microbiología

Tesis N° _____

**TÍTULO PROFESIONAL DE:
BIÓLOGO MICROBIÓLOGO**

El secretario Académico Administrativo de la Facultad de Ciencias, certifica que por resolución de Facultad N° 6607-2010-FACI-UN/JBG , el consejo de facultad designó como jurado para la sustentación de tesis: **Evaluación Hidrobiológica del Río Huaytire de la Provincia de Candarave del Departamento de Tacna.**

El mismo que estuvo conformado por:

Presidente : Mgr. Roberto Supo Hallasi

Secretario : Mgr. Isabel Ancco Oliva

Vocal : Mblgo. Luis Lloja Lozano

Para examinar y calificar la sustentación del informe de tesis en acto público, en el auditorio de la Facultad de Ciencias de la UNJBG, el día 29 de diciembre del 2010 a las 14:00 horas. Presentada por la **Bachiller Fabiola Bessy Zavalaga Talledo**, de la Escuela Académico Profesional de Biología – Microbiología.

El jurado calificador en forma secreta e individual se pronunció acerca de su calificativo sobre el informe expuesto y procedió a emitir el siguiente veredicto: **APROBADO** por **UNANIMIDAD** y con el calificativo de **BUENO** con nota **16/20**.

Para ratificar lo detallado firman:

Mgr. Roberto Supo Hallasi
Presidente

Mgr. Isabel Ancco Oliva
Secretario

Mblgo. Luis Lloja Lozano
Vocal

DEDICATORIA:

Dedico este esfuerzo a mi madre, que gracias a su dedicación y sacrificio he alcanzado hoy una meta en mi vida. Y a mi hermana, gracias por tu apoyo y paciencia, espero sigas los mismos pasos.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y amigos, por su apoyo y voz de aliento incansable. A mi asesor de tesis, el Dr. Pablo Juan Franco León, por sus valiosos consejos y la orientación que me brindó. Gracias por todas sus enseñanzas en ecología de ríos, bioindicación e identificación de microalgas.

Al Dr. Eduardo Oyague Passuni, de la UNALM, por su tiempo y paciencia. Gracias por haberme introducido al mundo de los macroinvertebrados y por el apoyo brindado en la identificación del bentos y de la fauna íctica. También agradezco al Blgo. José Calizaya Anco por compartir conmigo bibliografía y su conocimiento en diatomeas.

Al Ing. Químico Alberto Franco de la EPS S.A. Tacna, por despertar en mí la inquietud por el estudio de las aguas. Gracias por brindarme todas las facilidades para los análisis de las muestras de agua. También agradezco al Blgo. Cesar Huanacuni y a la Blgo. Erika Calderón de la EPS S.A. Tacna por su apoyo en los análisis bacteriológicos.

Al los Biólogos Edgar Chambe y Richard Lazo, jefes del proyecto de “Recuperación de Bofedales de Huaytire” del Gobierno Regional de Tacna. Por su apoyo y disponibilidad para el transporte hacia la zona de muestreo y el alojamiento. Así mismo, al Bach. Raul Uscamayta, Bach. Jorge Veliz y a Frank Chambi, por su ayuda incondicional en la toma de muestras.

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCION	1
1.1 Antecedentes	1
1.1.1 Algas	2
1.1.2 Importancia ecológica de las algas	3
1.1.3 Cianobacterias	5
1.1.4 Macroinvertebrados	7
1.1.5 Eutrofización	8
1.1.6 Bioindicadores	13
1.1.7 Necton	22
1.2 Enunciado del Problema Científico	26
1.3 Delimitación del Problema	26
1.4 Justificación del Problema	27
1.5 Hipótesis	28
1.6 Objetivos	28
II. MATERIALES Y MÉTODOS	30

2.1 Metodología de Campo	31
2.1.1 Zona de Muestreo	31
2.1.2 Análisis fisicoquímico del Río Huaytire	34
2.1.3 Muestreo de perifiton	35
2.1.4 Muestreo de macroinvertebrados bentónicos	36
2.1.5 Muestreo del necton	37
2.2 Metodología de Laboratorio	38
2.2.1 Estudio del Perifiton	38
2.2.2 Estudio de los macroinvertebrados	41
2.2.3 Estudio de Peces	43
2.3 Índices de Calidad del Agua	43
2.3.1 Perifiton	44
2.3.2 Bentos	46
III. RESULTADOS	48
3.1 Composición y Estructura del Perifiton	48
3.2 Composición y Estructura de los Macroinvertebrados	55

3.3 Composición y Estructura del Necton	58
3.4 Análisis Físicoquímico del Río Huaytire	59
3.5 Análisis del Perifiton	67
3.6 Análisis de los Macroinvertebrados	92
3.7 Análisis del Necton	102
IV. DISCUSIÓN	104
V. CONCLUSIONES	116
VI. RECOMENDACIONES	118
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
VII. ANEXOS	135

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figuras Nº 1 y 2. Ubicación de la Zona de Muestreo.....	31
Figura Nº 3. Fluctuación de la temperatura (°C) del Río Huaytire durante los meses de muestreo.....	61
Figura Nº 4. Fluctuación del pH del Río Huaytire durante los meses de muestreo.....	62
Figura Nº 5. Fluctuación de la conductividad del Río Huaytire durante los meses de muestreo.....	63
Figura Nº 6. Fluctuación del oxígeno disuelto del Río Huaytire durante los meses de muestreo.....	64
Figura Nº 7. Fluctuación de la turbidez del Río Huaytire durante los meses de muestreo.....	65
Figura Nº 8. Fluctuación de los sólidos totales disueltos del Río Huaytire durante los meses de muestreo.....	66
Figura Nº 9. Abundancia Relativa (N%) del Perifiton.....	68
Figuras Nº 10 – 15. Abundancias Relativas (N%) del Perifiton ...	70
Figura Nº 16. Riqueza Específica (S) del Perifiton	71
Figura Nº 17. Diversidad biológica del perifiton en el Río Huaytire ..	72

Figura N° 18. Riqueza de especies (S) y Abundancia (N) de la división Bacillariophyta.....	75
Figura N° 19. Riqueza de Especies (S) y Abundancia (N) de la división Cyanobacteria	77
Figura N° 20. Riqueza de Especies (S) y Abundancia (N) de la división Chlorophyta	80
Figura N° 21. Riqueza de Especies (S) y Abundancia (N) de la división Euglenophyta	82
Figura N° 22. Índice de Diversidad de Shannon.....	83
Figura N° 23. Riqueza de Especies (S) y Abundancia (N) del perifiton .	85
Figura N° 24. Coeficiente de Similaridad de Jaccard bdel perifiton ..	86
Figura N° 25. Curva de acumulación de especies presentes en el perifiton del Río Huaytire	88
Figura N° 26. Calidad del agua del Río Huaytire según el IDG ...	90
Figura N° 27. Distribución porcentual de la calidad del agua del Río Huaytire según el IDG	91
Figura N° 28. Abundancias relativas (N%) de macroinvertebrados bentónicos clasificados por familias	93
Figuras N° 29 – 34. Abundancias relativas de los principales Órdenes de macroinvertebrados del Río Huaytire	94
Figura N° 35. Abundancia relativa (%N) de macroinvertebrados bentónicos clasificados por Clase	95

Figura Nº 36. Distribución porcentual de Phyla de macroinvertebrados bentónicos del Río Huaytire	96
Figura Nº 37. Riqueza de familias y abundancia (N) de la comunidad de macroinvertebrados del Río Huaytire	98
Figura Nº 38. Coeficiente de Similaridad de Jaccard de los macroinvertebrados bentónicos del Río Huaytire.....	99
Figura Nº 39. Índices utilizados para determinar la calidad del agua del Río Huaytire.....	102

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro Nº 1: Cambios que ocurren con la eutrofización	10
Cuadro Nº 2: Coordenadas UTM de las estaciones de muestreo	32
Cuadro Nº 3. Clasificación de la calidad según el Índice Diatómico General	45
Cuadro Nº 4. Escala de calidad del agua según el IBF	47
Cuadro Nº 5. Promedios de los parámetros fisicoquímicos	59
Cuadro Nº 6. Abundancia (N) (células/mL) y abundancia relativa (N%) del perifíton	68
Cuadro Nº 7. Riqueza Específica (S) del perifíton del Río Huaytire .	71
Cuadro Nº 8. Individuos (N) x mL y abundancia relativa (N%) de los géneros pertenecientes a la división Bacillariophyta	73
Cuadro Nº 9 Índices de diversidad de la división Bacillariophyta ...	74
Cuadro Nº 10. Individuos (N) x mL y abundancia relativa (N%) de los géneros pertenecientes a la división Cyanobacteria	76
Cuadro Nº 11. Índices de diversidad de la división Cyanobacteria .	76
Cuadro Nº 12. Individuos (N) x mL y abundancia relativa (N%) de los géneros pertenecientes a la división Chlorophyta	79
Cuadro 13. Índices de diversidad de la división Chlorophyta	79

Cuadro N° 14. Individuos (N) x mL y abundancia relativa (N%) de los géneros pertenecientes a la división Euglenophyta	81
Cuadro N° 15. Indices de diversidad de las Euglenophyta	81
Cuadro N° 16. Indices de diversidad del perifiton	84
Cuadro N° 17. Correlación de Pearson ($p < 0,05$) con la riqueza de especies (S) del perifiton	87
Cuadro N° 18. Abundancia relativa (N%) de los macroinvertebrados bentónicos del Río Huaytire	92
Cuadro N° 19. Indices de diversidad de las familias de macroinvertebrados bentónicos del Río Huaytire	97
Cuadro N° 20. Correlación de Pearson con la abundancia de los principales ordenes de macroinvertebrados	100
Cuadro N° 21. Indices utilizados para determinar la calidad del agua del Río Huaytire	101
Cuadro N° 22. Abundancia (N) del necton del Río Huaytire	103

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO N° 1. Mapa de la Zona de Muestreo	136
ANEXO N° 2. Galeria de Fotos del Perifiton del Río Huaytire	137
DIATOMEAS	
Fotografía N° 1. <i>Achnantes minutissima</i>	137
Fotografía N° 2. <i>Nitzschia sp</i>	137
Fotografía N° 3. <i>Encyonema sp</i>	138
Fotografía N° 4. <i>Gomphonema truncatum</i>	138
Fotografía N° 5. <i>Gomphonema clavatum</i>	138
Fotografía N° 6. <i>Neidium hitchcockii</i>	139
Fotografía N° 7. <i>Surirella angusta</i>	139
Fotografía N° 8. <i>Luticola incoacta</i>	139
Fotografía N° 9. <i>Rhopalodia sp</i> (vista valvar)	140
Fotografía N° 10. <i>Rhopalodia sp</i> (vista singular)	140
Fotografía N° 11. <i>Caloneis sp</i>	140
Fotografía N° 12. <i>Fragilaria acus</i>	141
Fotografía N° 13. <i>Epithemia adnata</i>	141

Fotografía N° 14. *Staurosira laucensis var. vulpina* 141

Fotografía N° 15. *Pinnularia sp* 142

Fotografía N° 16. *Frustulia sp* 142

ALGAS VERDES

Fotografía N° 17. *Cosmarium sp 1* 143

Fotografía N° 18. *Cosmarium sp 2* 143

Fotografía N° 19. *Scenedesmus sp* 143

Fotografía N° 20. *Closterium sp* 144

Fotografía N° 21. *Zygnema sp* 144

Fotografía N° 22. *Oedogonium sp* 144

CIANOBACTERIAS

Fotografía N° 23. *Anabaena sp* 145

Fotografía N° 24. *Nodularia sp* 145

EUGLENOFITAS

Fotografía N° 25. *Trachelomonas sp* 146

ANEXO N° 3. Galería de Fotos de Macroinvertebrados Bentónicos del Río
Huaytire 147

Fotografía N° 26. Familia Hyalellidae (adulto) 147

Fotografía N° 27. Familia Corixidae (adulto) 147

Fotografía N° 28. Familia Elmidae (larva)	148
Fotografía N° 29. Familia Elmidae (adulto)	148
Fotografía N° 30. Familia Chironomidae (larva)	148
Fotografía N° 31. Familia Simuliidae (larva)	149
Fotografía N° 32. Familia Simuliidae (pupa)	149
Fotografía N° 33. Familia Daphniidae (adulto)	149
Fotografía N° 34. Familia Diaptomidae (adulto)	150
Fotografía N° 35. Familia Glossiphoniidae (v. ventral)	150
Fotografía N° 36. Familia Glossiphoniidae (v. dorsal)	150
Fotografía N° 37. Familia Empididae (larva)	151
Fotografía N° 38. Familia Baetidae (ninfa)	151
Fotografía N° 39. Familia Baetidae (v. lateral)	151
Fotografía N° 40. Familia Gripopterygidae (ninfa)	152
Fotografía N° 41. Familia Hydrobiosidae (larva y estuche)	152
Fotografía N° 42. Familia Hydroptilidae (larva y estuche)	152
Fotografía N° 43. Familia Sphaeriidae	153
Fotografía N° 44. Familia Hydrachnidae (adulto)	153
Fotografía N° 45. Subclase Oligochaeta (adulto)	153
Fotografía N° 46. Familia Planariidae	154

Fotografía N° 47. Phyllum Cnidaria	154
ANEXO N° 4 Galería de Fotos del Necton del Río Huaytire	155
Fotografía N° 48. <i>Salvelinus fontinalis</i> (juvenil)	155
Fotografía N° 49. <i>Salvelinus fontinalis</i> (juvenil)	155
Fotografía N° 50. <i>Salvelinus fontinalis</i> (adulto)	156
Fotografía N° 51. <i>Orestias sp</i>	156
ANEXO N°5. Galería de Fotos del Río Huaytire	157
Fotografía N° 52. Inicio del Río Huaytire	157
Fotografía N° 53. Río Huaytire	157
Fotografía N° 54. Muestreo del necton	158
Fotografía N° 55. Ojo de agua (afluente del Río)	158
ANEXO N° 6. Taxa de los Andes la cual no existe en la lista de diatomeas de Europa Central	159
ANEXO N° 7. Reporte de los Análisis Físicoquímicos y Bacteriológicos del Río Huaytire (zona baja)	160
ANEXO N° 8. Reporte de los Análisis Físicoquímicos y Bacteriológicos de la Red de Abastecimiento de la comunidad de Huaytire	161

ANEXO Nº 9. Red Trófica	162
ANEXO Nº 10. Cadena Trófica Clásica y Microbiana	163
ANEXO Nº 11. Promedio mensual de las comunidades del perifiton en el Río Huaytire	164
ANEXO Nº 12. Promedio mensual de los macroinvertebrados bentónicos presentes en el Río Huaytire	169

RESUMEN

Se evaluó mensualmente las aguas del Río Huaytire por un periodo de 6 meses. El monitoreo inició el mes de diciembre del 2009 y se finalizó en mayo del 2010. En cada salida se obtuvieron 10 muestras compuestas, haciendo un total de 60 muestras obtenidas de 5 estaciones que fueron las mismas en cada salida. Se analizó *in situ* parámetros fisicoquímicos básicos. El perifiton se colectó mediante el raspado y lavado del sustrato lítico, se enjuagaron macrófitas sumergidas y se absorbió el perifiton sobre la arena. Se preservaron las muestras con formol al 5%. La colecta de macroinvertebrados bentónicos se realizó empleando una red Surber, se removió el sedimento y las piedras ubicados al frente de la red, del mismo modo se enjuagó la vegetación ribereña y sustrato lítico para obtener los organismos acuáticos adheridos a estos. Las muestras compuestas se preservaron con alcohol al 95% para tener una concentración final de 70%. La captura de peces se realizó mediante el empleo de una red de arrastre manual. La preservación de especímenes se realizó con formol al 10%.

Se identificó 162 especies de microalgas perifíticas, distribuidas en cuatro grupos funcionales: Bacillariophyta, Cyanobacteria, Chlorophyta y Euglenophyta. El grupo dominante fue el de las diatomeas (88, 58%). Se observó que la riqueza específica (S) de microalgas descendió en época de lluvia, no obstante, la abundancia se elevó. También se observó la correlación del perifiton con algunos parámetros fisicoquímicos. En cuanto a la calidad del agua, según el IDG, se obtuvo como resultado que en época de lluvia la calidad del agua del Río Huaytire fue de menor calidad. Se identificaron 19 taxones de macroinvertebrados, 17 de ellos identificados hasta familias, distribuidas en cinco phyla, nueve clases, y 13 órdenes. Cabe resaltar que la clase Insecta tuvo en todos los meses evaluados, más del 50% del total de individuos. También se observó la correlación de macroinvertebrados con algunos parámetros fisicoquímicos. En cuanto a la calidad del agua, según el IBF y el IBFCh, se obtuvo como resultado que en época de lluvia la calidad del agua del Río Huaytire fue de menor calidad concordando con los valores del IDG utilizando diatomeas. La diversidad íctica en el Río Huaytire fue muy baja. Encontrándose sólo dos taxa presentes: el género *Orestias* (endémico) y la especie *Salvelinus fontinalis* (introducida).

II. INTRODUCCION

2.1 Antecedentes

Los ecosistemas acuáticos altoandinos cumplen un papel clave en el ciclo hidrológico y otros procesos ecosistémicos. Son los menos estudiados del mundo **(Jacobsen, 2008)** y presentan una biodiversidad acuática bastante inexplorada **(Maldonado et al, 2009)**.

Las comunidades de agua dulce están conformadas por diversos grupos de organismos, siendo las de mayor relevancia ecológica aquellas que corresponden al plancton (fitoplancton), los macroinvertebrados acuáticos (bentos) y los peces (nécton). Estos organismos viven en estrecha relación con el medio físico acuático, del cual son dependientes en casi la totalidad de los casos y su presencia o ausencia son signos de calidad acuática. De tal modo que la valoración biótica es una evaluación de las condiciones de un cuerpo de agua usando estudios y medidas directas de la biota residente en aguas superficiales **(Barbour et al., 1999)**.

1.1.3 Algas

Las algas son criptógamas talofitas clorofiladas, cuyas estructuras reproductoras carecen de un envoltorio de células estériles. Además, las algas son el componente autotrófico de todo cuerpo de agua, que incluyen una gran gama de niveles de organización celular, desde formas unicelulares hasta talos compuestos por verdaderos tejidos **(Margalef, 1981; Wetzel; 1981; Parra y Bicudo, 1995; citado en Cadima, 2005)**.

Las algas bentónicas presentan detalles morfológicos propios, por ejemplo, las diatomeas se caracterizan por sus paredes celulares y/o frústulos gruesos, desarrollo de rafees bien diferenciados. En cambio las algas filamentosas están dotadas de rizin para la fijación y desarrollan cordones mucilaginosos. La mayoría de las algas bentónicas son especies que se desarrollan formando cojinetes mucilaginosos sobre los sustratos **(Cadima, 2005)**.

1.1.4 Importancia ecológica de las algas

Para los ambientes acuáticos las algas son lo que las plantas en los ambientes terrestres. Las algas junto a las plantas acuáticas son la base del flujo energético que mantiene la biodiversidad y las cadenas tróficas. Sin embargo, y a pesar de su importancia, siempre han sido un grupo ignorado **(Cadima, 2005)**.

Las algas son la base de la pirámide trófica en los océanos y en aguas continentales, sustentando a comunidades diversas de animales y purificando el medio acuático **(Cadima, 2005)**. En los ríos de alta montaña, la comunidad de microalgas perifíticas bénticas son posiblemente la base de la cadena trófica e importantes productores primarios.

Las algas transforman la energía lumínica, a través de la fotosíntesis, en energía biológica aprovechable (glúcidos, almidón, paramilon, crisolaminarina, etc.), constituyendo la

base alimentaria de los consumidores primarios acuáticos. Por otra parte, el oxígeno generado por la fotosíntesis es utilizado en la respiración de los organismos acuáticos **(Cadima, 2005)**.

En aguas continentales, las algas son el principal alimento del zooplancton, su eficiencia trófica está determinada por su tamaño y algunas características celulares (paredes delgadas, sin cápsulas de mucílago, formas simples, material de reserva, etc.). Ecosistemas productivos y con un excelente potencial de carga son aquellos que presentan predominancia de algas de tamaños entre 1 a 40 μm , que son las dimensiones ideales para su depredación. Algas de mayores tamaños no pueden ser depredadas **(González, 1988; citado en Cadima, 2005)**. Así mismo, las algas monadoides, unicelulares y carentes de vainas mucilaginosas, almacenadoras de lípidos y carbohidratos, son las mejor asimiladas por los zooplánctones. **(Margalef, 1985; Donato et al., 1996 y Wetzel, 1981; citados en Cadima, 2005)**.

1.1.3 Cianobacterias

Cianobacterias (del griego *cyano* = azul), es el nombre de un filo del reino *Bacteria* (único dominio del mismo nombre) que comprende a las cianobacterias y, en algún sentido, a sus descendientes por endosimbiosis de los plastos.

Las cianobacterias fueron designadas durante mucho tiempo como cianofitas (*cyanophyta*, literalmente plantas azules) o cianofíceas (*cyanophyceae*, literalmente algas azules); aun conociendo que no guardan relación con otros grupos algales, los cuales son eucarióticos. Cuando se descubrió la distinción entre célula procariota y célula eucariota se constató que éstas son las únicas algas procarióticas, y el término *cianobacteria* (se había llamado siempre bacterias a los procariontes conocidos) empezó a ganar preferencia. Los análisis genéticos recientes han venido a situar a las cianobacterias entre las bacterias gramnegativas.

Las cianobacterias se encuentran entre los organismos más primitivos de la tierra; su origen se estima en unos 3 500 millones de años. Su facilidad de crecimiento favorece su aparición tanto en el suelo como en el medio acuático, preferentemente en los ambientes dulceacuícolas de aguas alcalinas o neutras con pH entre 6 y 9, y temperaturas entre 5 y 75 °C. Prefieren una alta concentración de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo **(Hallegraeff, 1992)**.

- **Importancia ecológica**

Las cianobacterias fueron los principales productores primarios de la biosfera durante al menos 1 500 millones de años, y lo siguen siendo en los océanos, esto confirma que especies ancestrales similares a ellas fueron los primeros organismos fototróficos responsables de generar la atmósfera primitiva en el planeta, pero desde hace 300 millones de años han cobrado importancia distintos grupos de algas eucarióticas (las diatomeas, los dinoflagelados y los haptófitos o cocolitofóridos). Lo más importante es que a través de la fotosíntesis oxigénica inundaron la atmósfera de O₂. Siguen siendo los principales suministradores de N para las cadenas de tróficas de los mares. Algunas cianobacterias establecen relaciones simbióticas con otros organismos tales como, protozoarios, hongos (líquenes) y algunas plantas (**Peinador, 1999**).

1.1.4 Macroinvertebrados

Como rasgo general en los ríos andinos, el patrón de disminución de la diversidad con la altitud es menos claro en macroinvertebrados que en otros grupos (por ejemplo peces) **(Jacobsen 2008)**.

El arrastre selectivo de los elementos que constituyen el cauce de un curso de agua se halla en estrecha dependencia con la velocidad del agua, y ello tiene gran interés ecológico, pues para cada intensidad de corriente existe un tamaño mínimo de los materiales en que éstos dejan de ser arrastrables y permiten entonces su colonización **(Margalef, 1955)**.

1.1.5 Eutrofización

La contaminación en relación a los ecosistemas acuáticos, la biota y a las personas, se define como “el estado en la que el agua es potencialmente peligrosa tanto para el medio ambiente como para el hombre”, la contaminación no sólo afecta a la población humana, también interfiere en el desarrollo normal de los ciclos vitales de la biota **(Cadima, 2005)**.

Eutrofización (del griego *eú* = bien y *throphé* = alimentación) es el proceso natural y/o antropogénico que consiste en el enriquecimiento de las aguas con nutrientes, a un ritmo tal que no puede ser compensado por la mineralización total, de manera que la descomposición del exceso de materia orgánica produce una disminución del oxígeno en las aguas profundas (Cuadro N° 1). Sus efectos pueden interferir de modo importante con los distintos usos que el hombre puede hacer de los recursos acuáticos como por ejemplo el abastecimiento de agua potable, riego, recreación etc. **(Margalef, 1991)**.

Los factores que afectan el grado de eutrofización son:

- Clima: los climas cálidos favorecen el proceso.
- Cuerpos de aguas poco profundas y/o de bajo caudal: son más propicios para el desarrollo del proceso.
- Área de drenaje: la poca cubierta arbórea sujeta a precipitaciones abundantes favorece la erosión y el arrastre de nutrientes hacia el cuerpo de agua.
- Geología: en áreas de drenaje donde predominan rocas sedimentarias hay mayor aporte de fósforo por escorrentía. Los suelos arcillosos drenan pobremente y también favorecen la escorrentía y consecuentemente el aporte de nutrientes.

Cuadro Nº 1: Cambios que ocurren con la eutrofización.

CAMBIOS BIOLÓGICOS	<ul style="list-style-type: none">• Aumenta considerablemente el fitoplancton. Las cianobacterias se desarrollan espectacularmente mientras que las algas de otros tipos desaparecen.• Aumenta la actividad bacteriana.• Los animales acuáticos enferman y mueren.
CAMBIOS FÍSICOS	<ul style="list-style-type: none">• Los restos de plantas y animales muertos se acumulan en los fondos, frenando la circulación del agua.• El agua se torna parda y maloliente. Cambia de color: rojo, verde, amarillo o pardo.
CAMBIOS QUÍMICOS	<ul style="list-style-type: none">• El oxígeno disuelto baja de alrededor de 9 mg/L a 4 mg/L lo cual afecta negativamente y de inmediato a los organismos. Cuando el nivel baja a 2 mg/L todos los animales han muerto. Hay una significativa elevación de la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno).• La concentración de compuestos nitrogenados, fosfatados se incrementa, así como la de otros elementos químicos.

Fuente: Branco, 1984.

Algunos investigadores señalan que dependiendo de la cantidad de nutrientes, el agua se puede clasificar en 2 tipos, cuando son pobres en nutrientes se les llama **oligotróficas** y cuando tienen muchos nutrientes se les dice **eutróficas**. En numerosos casos es la materia orgánica la que más contribuye con nutrientes, una fuente muy frecuente son las aguas negras. Esas condiciones van a influir en las comunidades de los organismos bentónicos presentes.

Algunos limnólogos consideran que los diferentes cuerpos de agua difieren entre sí por el tipo, la ubicación y el clima, pero de cualquier manera comparten características importantes. Por ejemplo los lagos, humedales, ríos y el agua subterránea que los conecta, comparten una necesidad común de agua en un determinado rango de cantidad y calidad (**Jairo, 2000** y **Rivera, 2005**). Además, debido a que los ecosistemas de agua dulce son dinámicos, todos requieren de cierta variación natural o de disturbio para mantener su viabilidad o resiliencia. Las variaciones en las corrientes de agua de estación a estación y de año en año son necesarias, por ejemplo, para el mantenimiento de las comunidades de plantas y animales, y la dinámica natural del hábitat que garantiza la producción y la supervivencia de las especies. La variabilidad en la tasa y en la

periodicidad del caudal del agua impactan fuertemente en el tamaño de las poblaciones de plantas y animales nativos y en su estructura de edades, en la presencia de especies raras o altamente especializadas, en la interacción de las especies entre sí y con el ambiente y en muchos otros procesos del ecosistema **(Naeem et al., 1999)**.

Actualmente se conocen dos maneras de evaluar los ecosistemas acuáticos según los parámetros analizados: los químicos y los biológicos. Los primeros indican amenazas al medio ambiente y los segundos miden el estado de las diferentes partes de las cadenas tróficas, suministran una medida integral de la situación del ecosistema. Los *nutrientes* representan una medida del grado de eutrofización de la muestra. Entre ellos se estudia la concentración total de fósforo, la concentración total de nitrógeno y su relación nitrógeno /fósforo en los cuerpos de agua. Igualmente se valora el área específica de pérdida total de nitrógeno y fósforo en cursos de agua y la desviación de valores de referencia de la concentración total del fósforo y del nitrógeno y de la pérdida de nitrógeno total por área específica. Las condiciones de concentración de *oxígeno* varían, principalmente debido a condiciones de producción por parte de consumidores primarios y a la presencia de un alto contenido orgánico **(Piquer, 2001)**.

1.1.6 Bioindicadores

Los organismos son reactivos delicadamente sensibles, no a los pocos factores que se analizan más o menos toscamente, sino a un complejo que incluye otros agentes en los que quizá no pensamos o que no son asequibles a la investigación directa, más a la interacción de los diversos factores que, por lo regular, escapa al análisis corriente. Añádase que los organismos reflejan un **sistema temporal** de condiciones y no las condiciones momentáneas que nos proporcionan un análisis **(Margalef, 1955)**.

Existe una relación estrecha entre las propiedades de un medio y los organismos que en él se desarrollan. En tal correspondencia se basa la posible utilización de estos organismos como *indicadores* de aquellas propiedades y del grado en que son favorables o adversas a la vida de otros seres **(Margalef, 1955)**.

Indicador biológico puede ser una especie o asociación de especies, que presentan requerimientos específicos para un conjunto de variables físicas y químicas, de tal forma que cambios en su presencia-ausencia, número, morfología, fisiología o comportamiento indicará las condiciones físicas y químicas del medio acuático **(John, 1993)**. Sin embargo hay quienes sostienen que normalmente, los modelos de evaluación de la calidad de los ecosistemas, estaban basados en datos físico-químicos, aunque fuese, potencialmente, factible la incorporación de variables biológicas a los índices tratados. En la actualidad existe la posibilidad de conseguir datos para fines de modelamiento y observar el comportamiento dinámico dentro de un ecosistema acuático garantizándose esto con una adecuada legislación que permite realizar diferentes evaluaciones ambientales. Entonces se puede decir que se comienza a transformar la situación centrándose en las apreciaciones ecológicas de los estados de los ecosistemas **(Prygiel, 2000)**.

Otros autores consideran que los organismos indicadores de contaminación, son especies que se determina

en base a criterios utilizados normalmente en ecología. Es decir, bioindicadores pueden ser todos aquellos organismos que con su presencia (o ausencia), abundancia, ó incluso con algunos de sus procesos fisiológicos nos denota características del medio en que se desarrollan (**Maidana & Díaz, 2001**).

Según otro autor, bioindicador, es una especie biológica o grupo de organismos, cuya simple presencia en el medio analizado aporta información de sus características y estado de salud (**Munné, 2002**). Las variables fisicoquímicas que se utilizan para la calificación del estado de los sistemas acuáticos dan una información concreta que nos ayuda a interpretar la calidad del agua para la vida fluvial, pero que, por una parte, pueden tener grandes fluctuaciones en períodos cortos de tiempo, y, por otra, informan sólo de las variables medidas en el período de muestreo concreto. En cuanto a los organismos presentes en el sistema analizado, éstos tienen ciclos biológicos más o menos largos, y su presencia demuestra la continuidad de unas condiciones ambientales determinadas que se habrían mantenido a lo largo del tiempo, como mínimo el tiempo de su ciclo biológico. Por otro lado, también, la utilización de

organismos acuáticos para la determinación de la calidad del agua integra los efectos de todos los elementos contaminantes existentes en el río y posibles sinergias. Los organismos encontrados en el medio analizado, junto con el conocimiento de las condiciones mínimas que cada uno de ellos puede soportar y la comparación con las comunidades existentes en estado natural o sin perturbar, nos aportan información sobre la calidad del sistema o el grado de afección que soporta el ecosistema.

Según otro autor, las algas comúnmente son usadas en la caracterización biológica del ecosistema, determinación de la salubridad del recurso hídrico para su posterior uso en distintas aplicaciones **(Martínez, 2003)**. La diversidad, la combinación de características morfológicas, fisiológicas y reproductivas hacen de las algas importantes organismos diagnósticos adecuados para el uso y aplicación en el análisis y evolución de los ecosistemas. El conocimiento de la composición específica, en el ambiente acuático seleccionado, permitirá asignar el grado de salubridad, detectar los orígenes y gradientes de contaminación,

puntual o difusa, mediante los registros específicos y la diferenciación entre especies con distintos grados de tolerancia.

La organización simple de las algas su fisiología y el estar íntimamente relacionadas con su medio, las constituye en indicadores muy sensibles de alteraciones en los ecosistemas acuáticos. Por lo tanto, las algas son excelentes bioindicadores para detectar cambios en la naturaleza físico-química del agua y para determinar la calidad y el estado de los ecosistemas acuáticos **(Cadima, 2005)**.

Las microalgas en general son importantes indicadores de la calidad del agua. Son sensibles a cualquier cambio que ocurra en el medio acuático, ya sea de origen natural o artificial, por lo que se constituyen en eficientes “detectores” de cambios, principalmente producto de la actividad humana. Estas microalgas son marcadores muy sensibles, resumen la historia fisicoquímica del lugar donde se encuentran **(FCEyN, 2005)**.

Es importante mencionar que las algas son las más sensibles ante la contaminación. Diferentes estudios han demostrado que las algas reaccionan rápidamente a cualquier cambio en el medio (**Margalef, 1983**) especialmente a las alteraciones producidas por los desechos domésticos e industriales (**Cadima, 2005**).

Los estudios fisicoquímicos, si bien tienen una enorme validez, toman muestras de un momento determinado y la contaminación por lo general no es continua sino por impulsos. Las algas, como resumen la historia fisicoquímica de un punto determinado, están más allá de los vaivenes momentáneos de la contaminación (**FCEyN, 2005**).

Muchos investigadores diatomólogos reportan que el uso de las diatomeas como indicadores de calidad del agua de ríos ha comenzado a ser ampliamente utilizado en varios países. La relación existente entre la abundancia relativa de diatomeas, la conductividad y composición iónica del agua, a partir de una base de datos de 3239 muestras de diatomeas

bentónicas colectadas de 1109 ríos en EE.UU., demuestra que estos parámetros ambientales tienen estadísticamente una relación estrecha con la composición diatómica (Potapova & Charles, 2003). En este sentido son muchas las especies de diatomeas que ya han sido catalogadas como bioindicadoras de un determinado estado trófico del agua, entre estas especies podemos mencionar a: *Pseudostaurosira brevistriata*, *Pleurosira laevis*, *Cymbella tumida* y *Nitzschia hantzschiana*, se comportarían como especies tolerantes a cuerpos de agua oligosaprobias, aunque son comunes en aguas eutróficas. Así mismo se considera que *Epithemia sorex*, *Amphora ovalis*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Rhopalodia gibba*, *Mastogloia smithii*, *Diatoma vulgare*, *Rhoicosphenia abbreviata*, *Campylodiscus bicostatus* y *Achnanthydium exiguum*, se comportan como especies tolerantes a cuerpos de agua beta-mesosaprobias. A *Tabularia tabulata*, *Triblionella constricta*, *Melosira varians*, *Navicula capitatoradiata* y *Craticula cuspidata*, como especies tolerantes a cuerpos de agua alfa-mesosaprobias y a *Gomphonema parvulum* y *Ulnaria ulna* var. *constricta*, tolerantes en agua meso/polisaprobias, entendiéndose esto como un tipo de clasificación de las aguas

en determinados lugares según su estado de polución
(Williams, 1994).

Se considera que un organismo es un indicador de calidad de agua, cuando este se encuentra invariablemente en un ecosistema de características definidas y cuando su población es porcentualmente superior o ligeramente similar al resto de organismos con los que comparte el mismo habitat. Así por ejemplo, en ríos de montaña de aguas frías, muy transparentes, oligotróficas y bien oxigenadas, se espera siempre encontrar poblaciones dominantes de efemerópteros, tricópteros y plecópteros; pero también se espera encontrar en bajas proporciones, odonatos, hemípteros, dípteros, neurópteros, ácaros, crustáceos y otros grupos menores
(Roldán, 1999).

Por el contrario en ríos y quebradas que están siendo contaminadas con materia orgánica, de aguas turbias, con poco oxígeno y eutroficadas, se espera siempre encontrar poblaciones dominantes de oligoquetos, chironómidos y ciertos

moluscos; pero ocasionalmente, pueden presentarse algunos pocos individuos que se consideran de aguas limpias. En situaciones intermedias, o sea en aguas que comienzan a mostrar síntomas de contaminación, o por el contrario que comienzan a recuperarse, es común encontrar poblaciones dominantes de turbelarios, hirudineos, ciertos moluscos, de quironómidos y oligoquetos, mezcladas en menor proporción con ciertos efemerópteros y tricópteros **(Roldán, 1999)**.

Otros autores reportan que son varios los países de todo el mundo que utilizan bioindicadores para el análisis del estado de salud de los respectivos sistemas hídricos, sobre todo ríos, aunque, en muchos de los casos, estas herramientas no tienen carácter normativo **(Diamond et al., 1996)**. En América del Norte, en Sudáfrica y en Australia, se trabaja intensamente en el desarrollo de sistemas de monitoreo para la calificación del estado ecológico de los sistemas acuáticos de manera integral y son las administraciones de diversos ámbitos, tanto local como de cuenca o gubernamentales, que desarrollan y aplican hace años sistemas de monitoreo basados en bioindicadores **(Flores et al., 2005)**.

1.1.7 Necton

El necton está constituido por organismos lo suficientemente grandes para nadar libremente en el agua, aún en contra de la corriente. En las aguas dulces se puede considerar como necton a los peces **(Margalef, 1955)**.

La composición de un grupo de peces en un lugar dado es el resultado del funcionamiento de numerosos factores tales como la competencia interespecífica, la depredación, la selección de hábitats, así como la disponibilidad de alimento y la tolerancia a las condiciones fisicoquímicas **(Wootton, 1992 & Angermeier, 1983)**.

- **Orestias**

El género *Orestias* pertenece a una subfamilia (*Orestiinae*) que ocupa una posición excepcional pues representa a especies geográficamente restringidas de un solo género (el género *Orestias*) de las áreas interandinas,

principalmente del Perú y de Bolivia, teniendo al Lago Titicaca como su centro de distribución **(Villwock, 1983)**.

Características

- Ausencia de aletas ventrales en todas las especies conocidas.
- La escamación es irregular y es reducida en la mayor parte de las especies, especialmente en el pecho, vientre y cuello que son desnudos, totalmente o en parte.
- La línea lateral es siempre clara y algo uniforme, y consiste de una hilera más o menos regular de escamas perforadas y ranuradas a lo largo del canal sensorial.
- Los dientes de las mandíbulas son cónicos, formando mayormente más de una hilera irregular.
- Marcado dimorfismo sexual; por ejemplo, las espinas y los ganchos que se encuentran en las escamas y los radios de las aletas de los machos maduros, existen en menor número y en menor grado en las hembras maduras **(Villwock, 1983)**.

- ***Salvelinus fontinalis***

Esta especie llamada comúnmente trucha de arroyo es originaria de Norteamérica. Pertenece a la familia del salmón y posee un cuerpo aerodinámico con una aleta adiposa ubicada entre la aleta dorsal y la caudal. El color del dorso es de color verde oscuro a marrón, similar a la trucha marrón (*Salmo trutta*), pero con un distintivo patrón marmoleado de color más claro, llamado vermiculaciones. Los lados del espécimen son más claros que el dorso y tienen una salpicadura de manchas claras (amarillas), manchas rojas, las últimas rodeadas por halos azules. Las aletas pectorales, pélvicas y anales tienen bordes blancos seguidos por una raya negra contrastante. El color del vientre puede variar, dependiendo de la época del año y el estado reproductivo, de color crema a rojizo en los machos. La boca es grande. La aleta caudal es ligeramente cóncava y las escamas son muy pequeñas (**Jansson, 2008**).

El hábitad natural de la trucha de arroyo son pequeños arroyos, riachuelos, ríos y lagos. Prefiere aguas frías, claras y bien oxigenadas (**FishBase, 2006; Page & Burr, 1991** citado en **Jansson, 2008**). El rango de temperatura es 0 – 25 °C (**FishBase, 2006**). El rango de crecimiento es de 7 – 20 °C (**Elliot, 1994**).

Los hábitos alimentarios varían con la edad. Como alevinos se alimentan principalmente de larvas de insectos. Como adultos se alimentan de una amplia gama de animales como gusanos, sanguijuelas, crustáceos, insectos, moluscos, peces, anfibios y pequeños mamíferos (**Josefsson, 2007**).

1.2 Enunciado del Problema Científico

¿La biota acuática presente en el Río Huaytire permitirá determinar la calidad trófica del agua de dicho río?

1.3 Delimitación del Problema

El presente trabajo se llevará a cabo en la Comunidad de Huaytire, Provincia de Candarave del Departamento de Tacna, el cual se ubica al Noreste de Tacna a 4500 msnm y entre los 17° 15'30" latitud Sur y 70°12'15" longitud Oeste.

Las aguas continentales varían ampliamente en su composición química, principalmente por la variabilidad litológica de la cuenca o lago, clima, vegetación y factores ambientales. Los factores de origen antropogénico también son importantes de considerar como: las actividades agrícolas – ganaderas, las irrigaciones, las descargas de aguas residuales, etc. Todos estos problemas afectan directamente sobre la erosión del suelo, la calidad del agua, ocasionan enfermedades diversas y en general producen un impacto negativo sobre el área destinada donde se arroja estos desperdicios **(Jairo, 2000)**.

1.4 Justificación del Problema

Esta investigación cobra importancia debido a que no se conoce la biota del Río Huaytire. De igual manera, se desconoce sobre la calidad del agua del río. Es por ello que se necesita tener información que sirva de **línea base** acerca de la biota del Río Huaytire y a la vez determinar la calidad del agua de dicho río.

Las contribuciones que se esperan obtener con este trabajo son, por un lado ampliar el conocimiento sobre la biodiversidad acuática como: perifiton, bentos y peces de dicho río. Así mismo, una valoración del grado indicador de las comunidades en estudio a fin de determinar el “status” ecológico de las aguas del Río Huaytire, a partir del análisis de la estructura y funcionamiento de las comunidades existentes en la zona.

Además se pretende establecer una relación entre la calidad del agua y los organismos indicadores, y en ese marco contribuir al avance de las bases biológicas para el conocimiento y manejo del

medio ambiente. Los resultados de este trabajo contribuirán a un conocimiento integral de la calidad del agua del río y permitirá proponer alternativas de manejo y conservación del mismo.

1.5 Hipótesis

Las comunidades bióticas del Río Huaytire se comportan como organismos indicadores de la calidad del agua.

1.6 Objetivos

Objetivo General

- Realizar la evaluación hidrobiológica del Río Huaytire.

Objetivos Específicos

- Evaluar la comunidad del perifiton mediante el estudio de microorganismos perifíticos (microalgas).
- Evaluar la comunidad de macroinvertebrados presente en el bentos del río.
- Evaluar la comunidad íctica.

- Evaluar los parámetros físico-químicos mediante metodologías estandarizadas.
- Establecer la relación estadística entre los parámetros bióticos y abióticos mediante el uso de herramientas multivariadas.
- Determinar la calidad del río mediante el uso de índices bióticos.
- Analizar la diversidad de cada grupo evaluado.

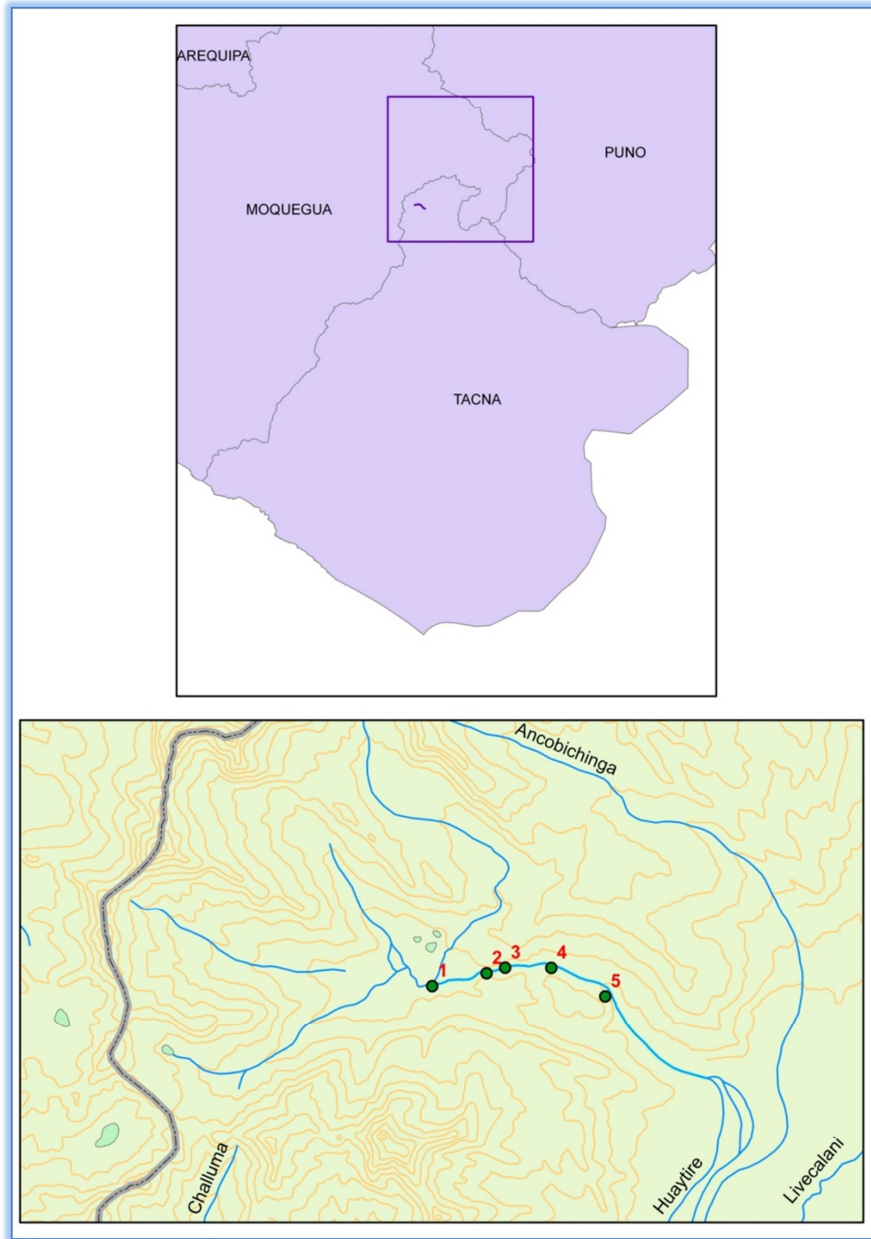
II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.2 Metodología de Campo

2.1.1 Zona de Muestreo

El Río Huaytire está ubicado en la zona altoandina de la Provincia de Candarave del Departamento de Tacna, ubicada entre los 17° 15'30" latitud Sur y 70°12'15" longitud Oeste, al Noreste de Tacna **(INEI, 1997)**.

El Río Huaytire se ubica en la zona montañosa de Candarave a más de 4500 msnm, correspondiendo a ecosistemas semiáridos, con temporadas de lluvias entre los meses de diciembre, enero y febrero, con precipitaciones que van desde 10 – 100 mm y con temperaturas que oscilan entre los 1,2 a 17°C. El clima de la zona es frío con variaciones de temperatura entre el día y la noche, con fuertes vientos helados y continuas nevadas en épocas de lluvias **(Proyecto ZEE-GRT, 2006)**.



Figuras N° 1 y 2. Ubicación de la Zona de Muestreo.

Cuadro Nº 2: Coordenadas UTM de las estaciones de muestreo.

Estación	Coordenadas UTM		Altitud (msnm)
	Este	Norte	
01	350039	8134071	4560
02	350799	8134248	4556
03	351060	8134326	4550
04	351706	8134323	4538
05	352461	8133927	4526

Se evaluó mensualmente las aguas del Río Huaytire ($\approx 2,5$ kilómetros) por un periodo de 6 meses. Se inició el monitoreo en el mes de diciembre del 2009 y se finalizó en mayo del 2010. En cada salida se obtuvieron 10 muestras compuestas (5 para el perifiton y otras 5 para macroinvertebrados bentónicos), haciendo un total de 60 muestras obtenidas de 5 puntos (alejados ≈ 500 metros uno del otro), que fueron los mismos en cada salida (Ver Cuadro Nº 2), los cuales se identificaron y verificaron con ayuda del GPS (Sistema de Posicionamiento

Global) (Ver figuras N° 1 y 2). Del mismo modo, se anotaron las características físicas del hábitat, tipo de ambiente (léntico o lótico), tipo de sustrato y se analizó *in situ* parámetros fisicoquímicos básicos (que se detallan más adelante) en cada estación (Ver anexo N° 1).

Las guías metodológicas para la realización de los muestreos biológicos en el campo, fueron las recomendadas por la Environmental Protection Agency (**EPA**) y las referidas en diferentes obras especializadas (**Ausden M., 1996; Barbour M. et al., 1999 y CSIRO, 1970**) en “Métodos en Hidrobiología”.

Los materiales previstos para la colecta de material biológico (perifiton, bentos y peces) consistieron en una serie de aparejos y equipos adecuados a cada comunidad.

2.1.2 Análisis fisicoquímico del Río Huaytire

Se analizaron *in situ* los siguientes parámetros: pH, temperatura (°C), conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), oxígeno disuelto (mg/L) y sólidos totales disueltos (mg/L) siguiendo los protocolos metodológicos del **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1989)**. Se introdujo el electrodo de cada instrumento en la corriente de agua a una profundidad aproximada de 10 cm y se registró los valores una vez que estos se estabilizaron. También se obtuvo muestras extras de agua en cada estación para la determinación de algunos otros parámetros físico-químicos (turbidez, nitratos, fosfatos).

- **Oxígeno Disuelto (OD):**

Los niveles de oxígeno disuelto en aguas de cualquier naturaleza, dependen de la actividad física, química y biológica que se desarrolla en ellas (**Arthur, 1984; Chandra, 1987; Dang, 1989; Huang, 1984; Palm, 1980; Ros, 1988; Sampol, 1989; Súrucu, 1990**; citado en **Castro, 1993**).

- **Temperatura:**

La temperatura es una de las constantes físicas que tienen gran importancia en el desarrollo de los diversos fenómenos que se realizan en el agua y determina la evolución o tendencia de sus propiedades, ya sean físicas, químicas o biológicas. Una temperatura elevada implica la aceleración de la putrefacción y por tanto un aumento de la demanda de oxígeno, con lo que disminuye paralelamente la solubilidad de éste. Es importante resaltar que la temperatura, siempre que sea posible, conviene medirla *in situ*, ya que un cambio en este parámetro puede alterar la actividad biológica de la muestra **(Castro, 1993)**.

2.1.5 Muestreo de perifiton

El perifiton se colectó mediante el raspado y lavado del sustrato lítico (piedras) sumergido, en áreas determinadas de 10 x 10 cm (perifiton epilítico) **(Lopretto y Tell, 1995)**. Además se enjuagaron macrófitas sumergidas (perifiton epifítico) y los organismos epipsámicos (perifiton sobre arena)

con la ayuda de un sifón succionador. La preservación de muestras será directa empleando solución de formol al 5% que se agregó a cada frasco con muestra (hermético y debidamente rotulado) en una cantidad de 20 a 50 mL, para detener el proceso de descomposición. Finalmente se transportaron las muestras al herbario Takana de la UNJBG para su identificación.

2.1.6 Muestreo de macroinvertebrados bentónicos

La colecta del bentos se realizó empleando una red Surber **(Ausden, 1996)**, la cual se colocó contra la corriente del río durante un periodo de 5 minutos en promedio. Con la red así dispuesta, el sedimento y las piedras ubicados al frente de la red se removieron con una pala, del mismo modo se enjuagó la vegetación ribereña y sustrato lítico para obtener los organismos acuáticos adheridos a estos. En cada estación de evaluación, se repitió este procedimiento en 3 puntos ubicados a diferentes distancias, a lo largo de un transecto de 50 metros, con la finalidad de coleccionar submuestras que después fueron reunidas en un balde para formar una muestra compuesta, las cuales representan los diferentes hábitats presentes en el río (rápidos, zonas de canto rodado o arena, zonas lentas,

zonas con macrofitas y zonas con piedras). Las muestras compuestas se preservaron con alcohol al 95% en frascos herméticos debidamente rotulados para tener una concentración final de 70% **(EPA)**.

2.1.5 Muestreo del necton

La captura se realizó mediante el empleo de una red de arrastre manual de 60 cm de ancho y 1,3 m de mango fijo. Se colectaron ejemplares para su identificación en bolsas de plástico las cuales fueron rotuladas con información básica del lugar (estación de muestreo, fecha y hora). La preservación de especímenes se realizó con formol al 10% **(Barthem, 2003)**. Los peces fueron fotografiados y se registró la cantidad de especímenes capturados en cada estación.

2.2 Metodología de Laboratorio

Las actividades de laboratorio se realizaron en dos aspectos: análisis de las muestras de agua colectadas y el de la clasificación taxonómica de los organismos acuáticos. La identificación taxonómica de los especímenes colectados se realizó con el auxilio de las claves adecuadas y contando con el material óptico necesario.

2.3.3 Estudio del Perifiton

Las observaciones se realizaron con un microscopio binocular compuesto (20x y 40x) de magnificación. La evaluación cuantitativa del perifiton se realizó mediante el uso de una cámara de Sedgwick Rafter de 1mL. En este caso sólo se consideró a las microalgas (fitoperifiton) por ser las más importantes, abundantes y por la función que cumplen estos organismos como productores primarios en los ríos. Las especies de los diferentes taxones se identificaron según las claves de **Rumrich, 2000; Prygiel et al., 1999; Patrick, 1966;**

Streble et al., 1987; Bourrely, 1972; Fernández, 1999; Jairo, 2000; Martínez de Fabricius, 2003 y Cadima, 2005.

- **Análisis de datos (Perifiton)**

En primer lugar se determinó los grupos funcionales y se estimó abundancias, riqueza de especies, índices de diversidad: Shannon-H, Simpson y Menhinick de manera global. En segundo lugar se analizó de modo separado a cada grupo funcional respecto a sus índices de diversidad, abundancia y riqueza específica. Además se realizó un cluster de similaridad de Jaccard entre los meses evaluados y una correlación de Pearson entre la riqueza específica del perifiton y el factor fisicoquímico. El programa estadístico empleado fue el PAST ver. 2008 (**Hammer et. al., 2001**).

Indices de diversidad (Moreno, 2001):

- **Índice de diversidad Shannon-Wiener:**

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde: $p_i = n_i/n$

n_i = número de individuos del taxón i ésimo.

n = número total de individuos en la muestra.

\ln = logaritmo natural.

$n = \sum n_i$

- **Índice de dominancia de Simpson:**

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde p_i = abundancia proporcional de la especie “ i ”, es decir, el número de individuos de la especie “ i ” dividido entre el total de individuos de la muestra.

- **Índice de Menhinick:**

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Donde: S = número de especies.

N = número de individuos observados.

2.3.4 Estudio de los macroinvertebrados

Las muestras fueron lavadas en un tamiz de 500 micras (EPA). Luego se las distribuyó en una placa petri y se las examinó en un estereoscopio binocular de 4x y 6x de magnificación. Se guardaron los insectos en viales debidamente etiquetados. La determinación taxonómica de los órdenes y familias de macroinvertebrados bentónicos se realizó con las claves de **Fernández y Domínguez (2001)** preparadas especialmente para la fauna sudamericana y **Needham (2001)**. Fuentes complementarias para la determinación taxonómica fueron las claves para familias de insectos de **CSIRO (1970)** y

Bouchard (2004), así como la clave de **Domínguez et al. (1992)** para familias de Ephemeroptera y Trichoptera (**Springer, 2006**).

- **Análisis de datos (Macroinvertebrados)**

Se determinaron las familias presentes en cada punto de muestreo, se estimó abundancias, riqueza de familias, índices de diversidad: Shannon-H, Simpson y Menhinick (de modo similar que en el caso del perifiton). Además se realizó un cluster de similaridad de Jaccard entre los meses evaluados y una correlación de Pearson entre la abundancia de los principales ordenes de macroinvertebrados y el factor fisicoquímico. El programa estadístico empleado fue el PAST ver. 2008 (**Hammer et. al., 2001**).

Los datos de abundancia de familias de insectos acuáticos se usaron para calcular un índice biótico de calidad de agua (**Mandaville, 2002**) basado en la tolerancia de las familias a la polución.

2.2.3 Estudio de Peces

El análisis taxonómico se realizó en base a los caracteres distinguibles, generalmente del tipo morfológicos, morfométricos (medidas y proporciones) y merísticos (recuento de partes). Empleándose claves relacionadas a cada uno de los diferentes grupos y eventualmente siguiendo descripciones originales **Gery, 1977; Vari & Siebert, 1989; Vari & Harold, 2001 y Ferreira, 2006.**

- **Análisis de datos (Peces)**

Se estimaron las abundancias de cada taxa encontrado en época de lluvia y seca o de estiaje.

2.4 Índices de Calidad del Agua

La determinación de la calidad del agua se realizará mediante el uso de índices biológicos:

2.4.1 Perifiton

El Índice Diatómico General (IDG; **Dell'Uomo (2004)**) utiliza a las Bacillariophyta (diatomeas) como organismos muy sensibles a la polución, especialmente al nitrógeno y fósforo. Cuando se emplea diatomeas a nivel de especie se logra obtener una aproximación del tipo de agua que se está evaluando. El índice IDG viene determinado por 3 variables:

- La Sensibilidad a la polución de cada especie (S), toma valores desde 1, más resistente, hasta 5, más sensible.
- Amplitud ecológica (V), que va desde 1, forma ubicua, hasta 3, forma característica.
- La abundancia, expresada en %.

El índice diatómico para cada estación (zona de muestreo) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IDG = \frac{\sum_{j=1}^J A_j S_j V_j}{\sum_{j=1}^n A_j V_j}$$

A_j = Abundancia (%)
 S_j = Sensibilidad a la polución {1 a 5}
 V_j = Valor Indicativo de la especie {1 a 3}

Los valores del índice diatómico general se expresan en 8 tipos de calidad ambiental, correspondiente a una escala de condición biológica.

Cuadro Nº 3. Clasificación de la calidad según el Índice Diatómico General.

VALOR	SIGNIFICADO	COLOR
IDG > 4,5	Calidad biológica muy óptima.	Azul
4 < IDG < 4,5	Calidad normal. Polución débil.	Celeste
3,5 < IDG < 4	Polución moderada. Eutrofización.	Verde
3 < IDG < 3,5	Polución media. Eutrofización acentuada.	Amarillo
2 < IDG < 3	Desaparición de especies sensibles. Polución fuerte.	Naranja Claro
1 < IDG < 2	Polución muy fuerte.	Naranja
IDG=0	La población es considerada como inexistente (polución tóxica). Por debajo de 10 individuos por mm ² .	Rojo

2.4.2 Bentos

Se utilizó el Índice Biótico de Familias (**Hilsenhoff, 1988; Mandaville, 2002**). Se identificaron los diferentes grupos taxonómicos hasta el nivel de familia asignando el puntaje de tolerancia de acuerdo con **Hilsenhoff, 1988; Lennat, 1993 y Bode, 1988**.

Se cuantificó el número de individuos de cada familia. Los puntajes fueron multiplicados, los resultados sumados y posteriormente divididos por el número total de individuos del sector estudiado (estación), correspondiente al IBF según la ecuación:

$$\text{IBF} = \frac{\sum (x_i \cdot t_i)}{n}$$

Donde x_i = número de individuos de cada familia

t_i = valor de tolerancia de la familia

n = número total de individuos en la muestra.

Finalmente, los valores del Índice Biótico se expresan en 7 clases de calidad ambiental, correspondiente a una escala de condición biológica.

Cuadro N° 4. Escala de calidad del agua según el IBF (Hilsenhoff, 1988; Roldán, 1999).

VALOR	CALIDAD	GRADO DE CONTAMINACIÓN	COLOR
0,00 - 3,75	Excelente	No contiene contaminación orgánica.	Azul
3,76 - 4,25	Muy buena	Posiblemente contaminación leve.	Celeste
4,26 - 5,00	Buena	Probablemente alguna contaminación.	Verde
5,01 - 5,75	Regular	Contiene poca contaminación	Amarillo
5,76 - 6,50	Regular-Pobre	Contiene contaminación.	Anaranjado Claro
6,51 - 7,25	Pobre	Contiene mucha contaminación.	Anaranjado
7,26 - 10,0	Muy pobre	Contiene severa contaminación.	Rojo

III. RESULTADOS

3.1 Composición y Estructura del Perifiton

La comunidad perifítica del Río Huaytire está principalmente constituida por cuatro grupos funcionales: Bacillariophyta, Cianobacteria, Chlorophyta y Euglenophyta. Dentro de la división **Bacillariophyta**, grupo dominante, se encontraron **116** especies de las 162 totales, las cuales están distribuidas en dos órdenes, 15 familias y 33 géneros. Dentro de la división **Cyanobacteria** se encontraron **18** especies distribuidas en cinco órdenes, nueve familias y 14 géneros. La división **Chlorophyta** presentó **23** especies distribuidas en cinco órdenes, 11 familias y 17 géneros. Finalmente dentro de la división **Euglenophyta** se encontraron **cinco** especies distribuidas en dos órdenes, dos familias y cinco géneros.

División Bacillariophyta

Clase Bacillariophyceae

Orden Centrales

Familia Aulacoseiraceae

Género Aulacoseira

Familia Thalassiosiraceae

Género Cyclotella

Orden Pennales

Familia Fragilariaceae

Género Fragilaria

Género Staurosira

Género Frankophila

Género Diatoma

Familia Achnanthaceae

Género Achnanthes

Género Cocconeis

Género Planothidium

Familia Naviculaceae

Género Navicula

Género Amphora

Género Diploneis

Género Gomphonema

Género Neidium

Género Veigaludwigia

Género Naviculadicta

Familia Cavinulaceae

Género Cavinula

Familia Cymbellaceae

Género Cymbella

Género Encyonema

Familia Diadesmidaceae

Género Luticola

Familia Amphipleuraceae

Género Frustulia

Familia Rhopalodiaceae

Género Rhopalodia

Familia Pinnulariaceae

Género Pinnularia

Género Caloneis

Familia Stauroneidaceae

Género Stauroneis

Familia Epithemiaceae

Género Epithemia

Familia Bacillariaceae

Género Nitzschia

Género Hantzschia

Género Denticula

Familia Eunotiaceae

Género Eunotia

Familia Surirellaceae

Género Surirella

División Cyanobacteria

Clase Cyanophyceae

Orden Nostococales

Familia Nostocaceae

Género Anabaena

Género Nodularia

Familia Rivulariaceae

Género Calothrix

Orden Pseudanabaenales

Familia Pseudanabaenaceae

Género Leptolyngbya

Orden Chroococcales

Familia Gomphosphaeriaceae

Género Gomphosphaeria

Familia Chroococcaceae

Género Chroococcus

Orden Oscillatoriales

Familia Oscillatoriaceae

Género Oscillatoria

Género Lyngbya

Familia Pseudanabaenaceae

Género Pseudanabaena

Familia Phormidiaceae

Género Phormidium

Orden Synechococcales

Familia Merismopediaceae

Género Merismopedia

Género Aphanocapsa

División Chlorophyta

Clase Zygnematophyceae

Orden Zygnematales

Familia Zygnemataceae

Género Zygnema

Género Spirogyra

Familia Closteriaceae

Género Closterium

Familia Desmidiaceae

Género Cosmarium

Género Euastrum

Género Hyalotheca

Género Staurastrum

Clase Ulvophyceae

Orden Ulotrichales

Familia Ulotrichaceae

Género Ulothrix

Clase Chlorophyceae

Orden Chlorococcales

Familia Hydrodictyaceae

Género Pediastrum

Familia Scenedesmaceae

Género Scenedesmus

Genero Crucigenia

Familia Dictyosphaeriaceae

Género Westella

Familia Elakatothricaceae

Género Elakatothrix

Familia Palmallaceae

Género Asterococcus

Orden Oedogoniales

Familia Oedogoniaceae

Género Oedogonium

Orden Sphaeropleales

Familia Ankistrodesmus

Género Ankistrodesmus

División Euglenophyta

Clase Euglenophyceae

Orden Euglenales

Familia Euglenaceae

Género Euglena

Género Phacus

Género Trachelomonas

Orden Sphenomonadales

Familia Sphenomonaceae

Género Anisonema

3.2 Composición y Estructura de los Macroinvertebrados

La comunidad de acuática del Río Huaytire está constituida por 19 taxones de macroinvertebrados, 17 de ellos identificados hasta familias. Estas últimas están distribuidas en cinco phyla, nueve clases, y 13 órdenes.

REINO ANIMALIA

Phyllum Arthropoda

Clase Insecta

Orden Hemiptera

Familia Corixidae

Orden Coleoptera

Familia Elmidae

Orden Diptera

Familia Chironomidae

Familia Simuliidae

Familia Empididae

Orden Ephemeroptera

Familia Baetidae

Orden Plecoptera

Familia Gripopterygidae

Orden Trichoptera

Familia Limnephilidae

Familia Hydrobiosidae

Familia Hydroptilidae

Clase Crustacea

Orden Amphipoda

Familia Hyalellidae

Clase Branchiopoda

Orden Cladocera

Familia Daphniidae

Clase Maxillopoda

Orden Calanoidea

Familia Diaptomidae

Clase Arachnida

Orden Acariformes

Familia Hydrachnidae

Phyllum Annelida

Clase Clitellata

Subclase Oligochaeta

Clase Hirudinea

Orden Rhynchobdellida

Familia Glossiphoniidae

Phyllum Mollusca

Clase Bivalvia

Orden Veneroida

Familia Sphaeriidae

Phyllum Platyhelminthes

Clase Turbellaria

Orden Tricladida

Familia Planariidae

Phyllum Cnidaria

3.3 Composición y Estructura del Necton

La composición taxonómica de peces en el Río Huaytire fue muy reducida. Se registraron dos taxa, de las cuales uno pertenece al género **Orestias** (endémica) y el otro especie no registrada para esta zona ***Salvelinus fontinalis*** (introducida).

REINO ANIMALIA

Phyllum Chordata

Clase Actinopterygii

Orden Cyprinodontiformes

Familia Cyprinodontidae

Género Orestias

Orden Salmoniformes

Familia Salmonidae

Género Salvelinus

Especie *Salvelinus fontinalis*

3.4 Análisis Físicoquímico del Río Huaytire:

Es muy importante tener en cuenta estos parámetros a la hora de evaluar comunidades acuáticas. Muchas veces el factor físicoquímico influye en los habitantes de estos ecosistemas y viceversa. Aunque los resultados son como la fotografía instantánea de cómo estuvo tal o cual parámetro al momento de la toma de la muestra, son una muy buena referencia y nos servirá para contrastarlos con el análisis de la biota acuática.

Cuadro N° 5. Promedios de los parámetros Físicoquímicos.

PARÁMETRO	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	$\bar{\Sigma}$
Temperatura (°C)	8,96	18,3	11,32	13,74	13,28	8,58	12,36
pH	7,50	7,23	7,16	7,08	7,24	7,16	7,23
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	132	232	204	130	99	78	145,83
OD (mg/L)	6,4	6,8	6	6	6,6	9,6	7,00
Turbidez (NTU)	16,36	17,46	15,26	6,15	3,46	2,18	8,90
STD (mg/L)	64	113	115	60	49	36	72,83
NO_3^- (mg/L)	-	-	-	-	-	4,39	-
PO_4^{3-} (mg/L)	-	-	-	-	-	0,26	-

Fuente: elaboración del autor.

En el cuadro N° 5 se observa los promedios de la temperatura en época húmeda (de diciembre a febrero) y seca (de marzo a mayo) con el máximo valor en el mes de enero (18,3 °C) y el mínimo en el mes de mayo (8,58 °C). En cuanto al pH se observaron valores de neutralidad con ligera tendencia a la alcalinidad, el máximo valor observado en el mes de diciembre (7,5) y la mínimo en marzo (7,08). El máximo valor de conductividad eléctrica se observa en el mes de enero (232 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y el mínimo en el mes de mayo (78 $\mu\text{S}/\text{cm}$). El oxígeno disuelto tiene su máximo valor en el mes de mayo (9,6 mg/L) y su mínimo en los meses de febrero y marzo (6 mg/L). En cuanto a la turbidez, tuvo una influencia estacional muy marcada, presentando su máximo valor en el mes de enero (17,46 NTU) y su mínimo en el mes de mayo (2,18 NTU). Se observa que los sólidos totales disueltos tienen su más alto valor en el mes de febrero (115 mg/L) y en el mes de mayo su mínimo (36 mg/L). Finalmente, se obtuvieron valores de nitrato (4,39 mg/L) y fosfato (0,26 mg/L) en el mes de mayo.

En la figura N° 3 podemos observar cómo empieza a incrementarse la temperatura media mensual en la época de lluvia (meses de diciembre, enero y febrero) y luego tiende a descender en época seca (meses de marzo, abril y mayo).

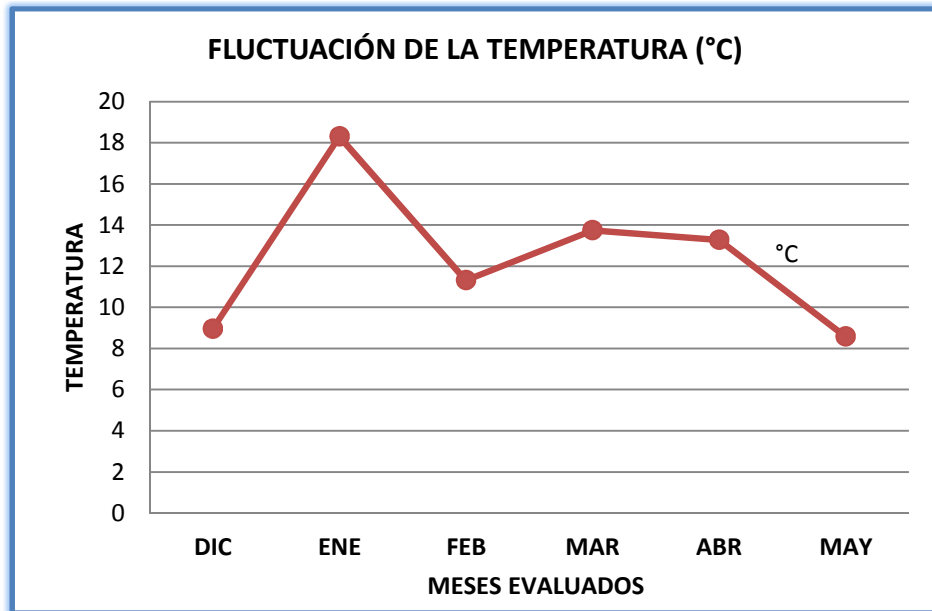


Figura Nº 3. Fluctuación de la temperatura (°C) del Río Huaytire durante los meses de muestreo.

Cabe mencionar que debido a la poca profundidad de este río, el periodo de insolación influye rápidamente en estos valores.

Más de la mitad del total de la radiación que penetra en el agua se transforma, finalmente en calor (**Margalef, 1955**). La temperatura elevada del agua cumple un papel importante al aumentar la producción de microorganismos en el cuerpo de agua, lo cual trae un aumento de la turbidez, pH y sólidos totales disueltos.

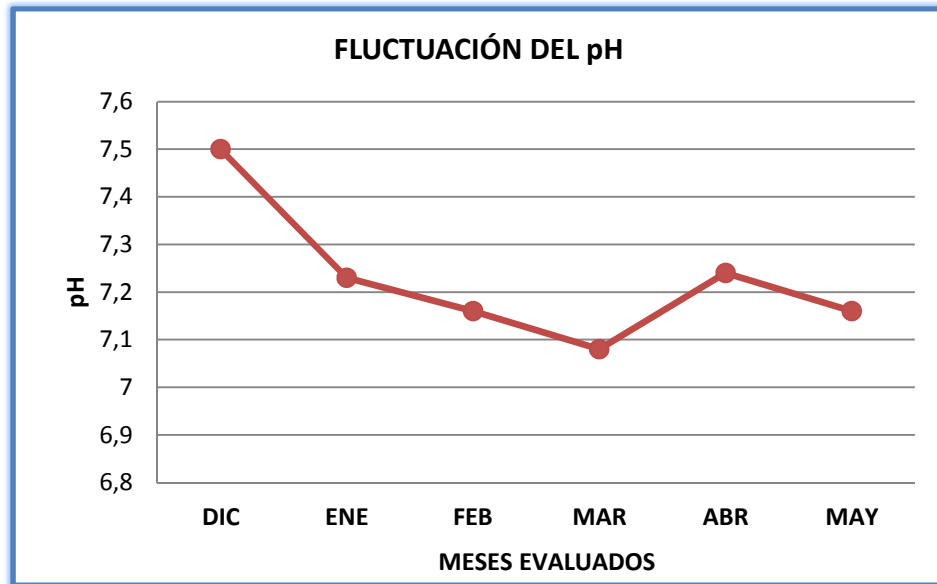


Figura N° 4. Fluctuación del pH del Río Huaytire durante los meses de muestreo.

La figura N° 4 nos muestra valores de pH neutro con tendencia a la alcalinidad. Estos valores (casi neutros) favorecen el desarrollo de la biota acuática.

Valores elevados de pH se deben posiblemente a la actividad fotosintética: la producción es más activa que la respiración. También puede producir elevado pH el proceso de nitrificación y desnitrificación (fotosíntesis y consumo de nitrato como fuente principal de nutriente) **(Del Carpio, 2000).**

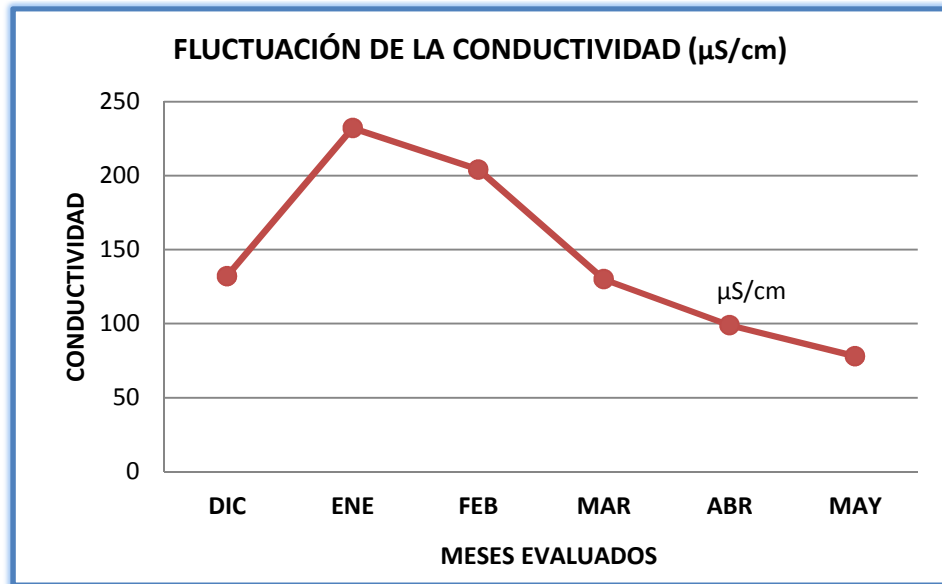


Figura N° 5. Fluctuación de la conductividad del Río Huaytire durante los meses de muestreo.

En la figura N° 5 podemos observar que la conductividad eléctrica se eleva en los meses de enero y febrero, esto es debido a las precipitaciones pluviales propias de la época. La precipitación incrementa el caudal del río y por su poca profundidad erosiona rápidamente el sustrato, arrastrando de ese modo sales y minerales. Luego en época seca, debido a la ausencia de lluvias, estas sales y minerales se sedimentan disminuyendo así este parámetro.

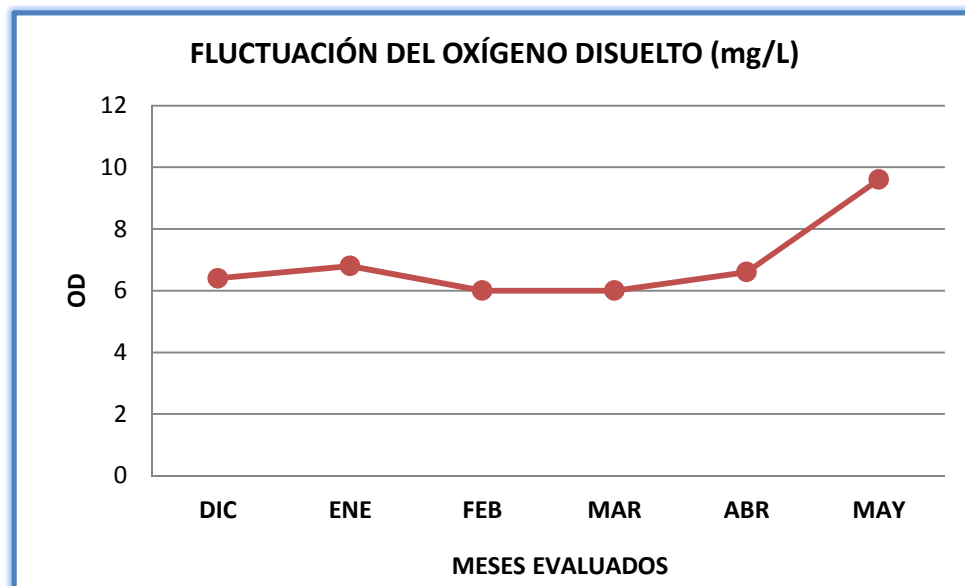


Figura N° 6. Fluctuación del oxígeno disuelto del Río Huaytire durante los meses de muestreo.

En la figura N° 6 podemos observar que el oxígeno disuelto se mantiene constante de diciembre a abril, en donde luego en el mes de mayo se incrementa. El oxígeno disuelto en el agua es inversamente proporcional a la temperatura de la misma. Además, está estrechamente relacionado con la producción de oxígeno por parte de los organismos fotosintéticos y la utilización del mismo por la demás biota acuática en la respiración. Es por ello que este valor es vital para todos los habitantes del río, además, interviene en los procesos de oxidación de la materia orgánica. Por las razones antes mencionadas

se dice que niveles altos de oxígeno disuelto son indicadores de buena calidad del agua.

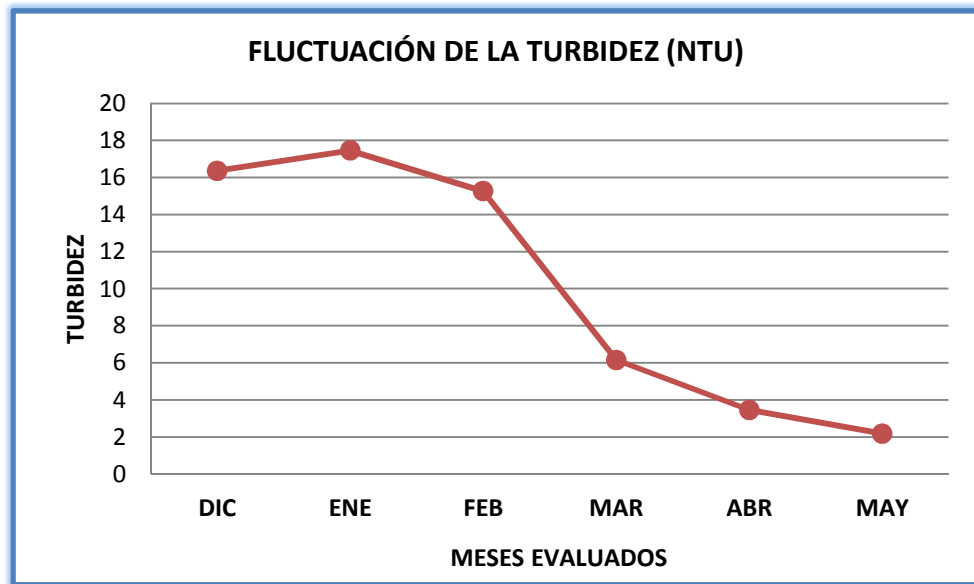


Figura N° 7. Fluctuación de la turbidez del Río Huaytire durante los meses de muestreo.

En la figura N° 7 se observa que al igual que la conductividad, la turbidez tiene una influencia estacional muy marcada. En los meses de diciembre a febrero aumenta enormemente debido al aumento de temperaturas que traen como consecuencia el aumento de los microorganismos (perifiton), materia orgánica e inorgánica en suspensión. Otros factores son la precipitación pluvial que remueve el fondo del río (erosiona el suelo) y aumenta su caudal. Luego, en los

meses de marzo, abril y mayo, la turbidez desciende debido a la ausencia de lluvias y a la sedimentación de las partículas.

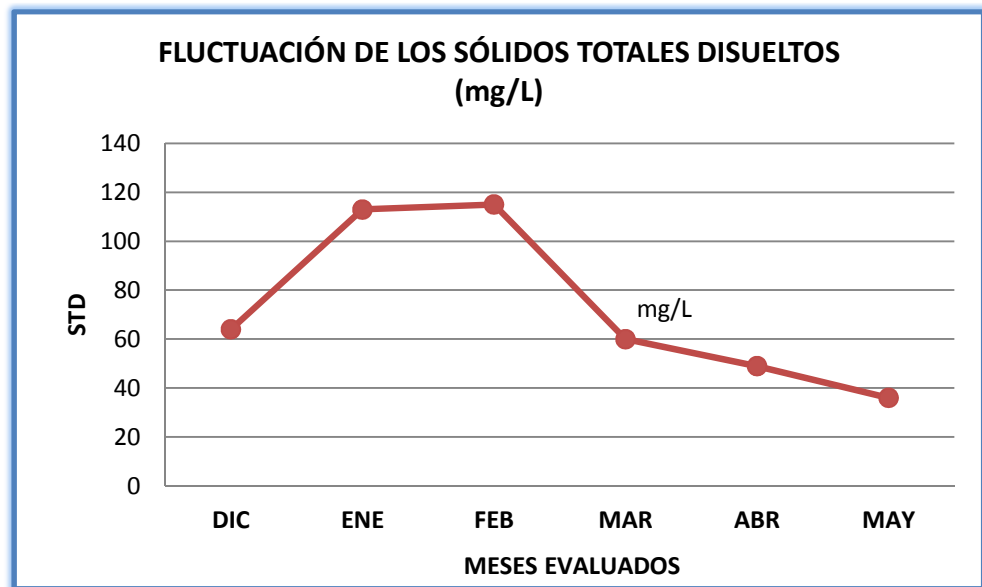


Figura N° 8. Fluctuación de los sólidos totales disueltos del Río Huaytire durante los meses de muestreo.

En la figura N° 8 observamos un incremento de los sólidos totales disueltos en la época húmeda, al igual que con la conductividad eléctrica y la turbidez el factor estacional influye mucho en estos valores. (Ver interpretación de las figuras N° 5 y 7).

Los sólidos totales disueltos tienen una estrecha relación con la conductividad eléctrica, hace alusión a toda la materia suspendida o diluida en un medio acuoso, siendo siempre este valor aproximadamente la mitad de la conductividad eléctrica.

3.5 Análisis del Perifiton

Una comunidad natural se caracteriza por tener una alta diversidad o riqueza y un bajo número de individuos por especie. Por el contrario, una comunidad bajo la presión de la contaminación, se caracteriza por poseer un bajo número de especies, pero muchos individuos por especie. Esto lo provocan también condiciones naturales extremas (**Roldán, 1999**).

En el cuadro N° 6 y en la figura N° 9 podemos observar claramente que el grupo más abundante en todos los meses evaluados fue el de las **Bacillariophyta** (88,58%), seguida de las **Cyanobacterias** (6,32%), en tercer lugar las **Chlorophyta** (4,53%) y por último las **Euglenophyta** (0,58%).

Cuadro Nº 6. Abundancia (N) (células/mL) y abundancia relativa (N%) del perifiton

MES	BACILLARIOPHYTA		CYANOBACTERIA		CHLOROPHYTA		EUGLENOPHYTA	
	N	N%	N	N%	N	N%	N	N%
DIC	4986	85,84	258	4,44	526	9,05	38	0,65
ENE	9948	95,87	196	1,88	212	2,04	20	0,19
FEB	5832	92,27	276	4,36	164	2,59	48	0,75
MAR	3340	77,38	673	15,59	233	5,39	70	1,62
ABR	3002	80,41	456	12,21	268	7,17	7	0,18
MAY	3384	87,39	316	8,16	156	4,02	16	0,41
Σ	5082	88,58	363	6,32	260	4,53	33	0,58

Fuente: elaboración del autor.

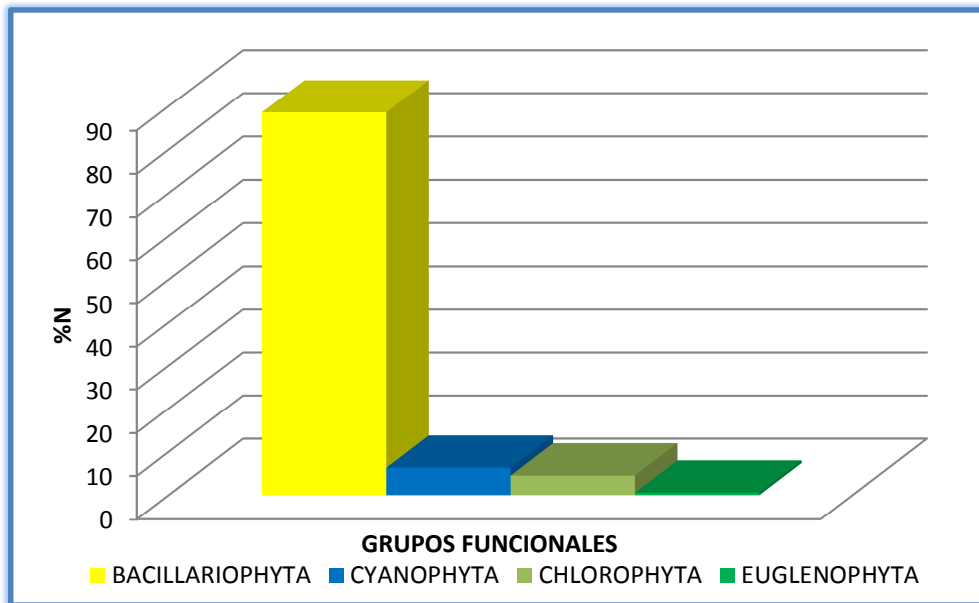
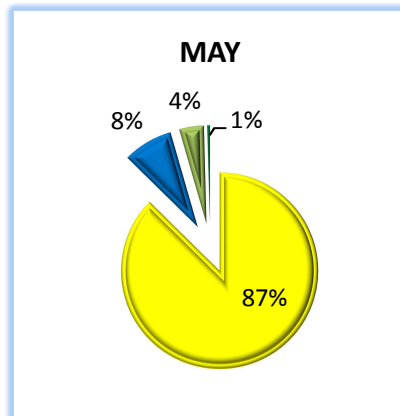
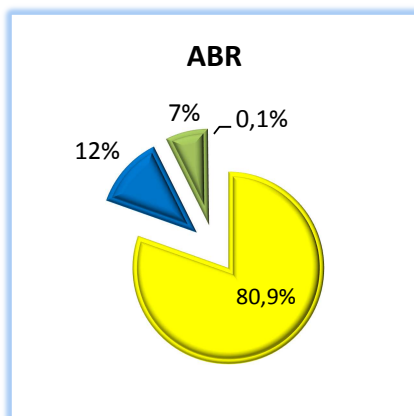
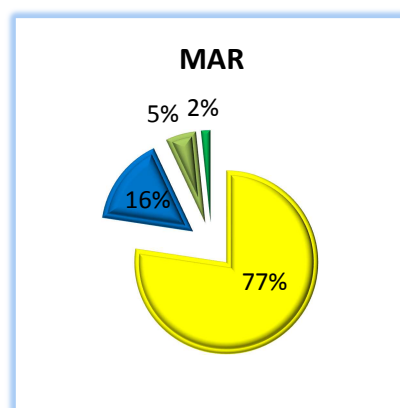
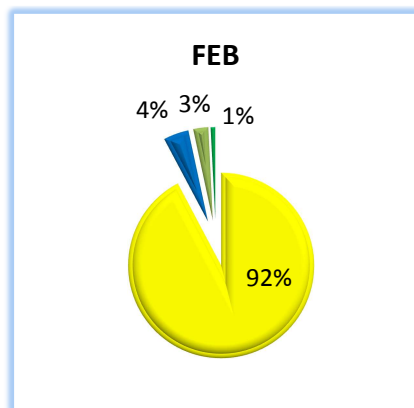
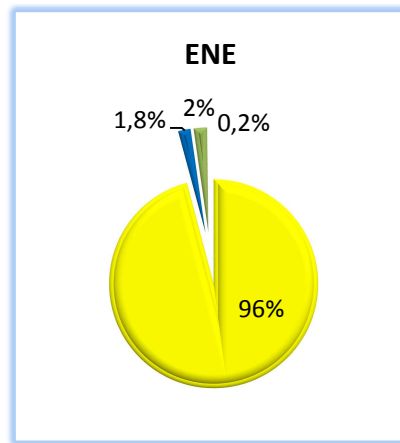
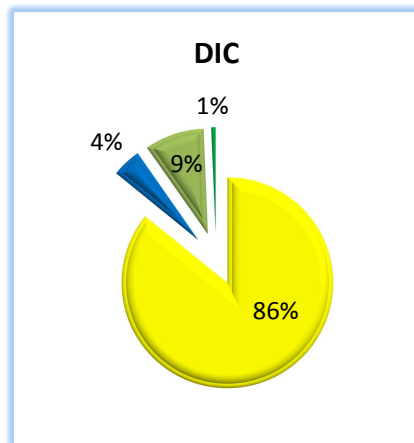


Figura Nº 9. Abundancia Relativa (N%) del Perifiton.

La división Bacillariophyta alcanzó su máximo valor en el mes de enero con el 95,87% del total de organismos perifíticos encontrados. La división Cyanobacteria (que ocupó el segundo lugar), alcanzando su máximo valor en el mes de marzo. En dicho mes, este grupo representó el 15,59% del total de organismos hallados. Por otro lado, la división Chlorophyta alcanzó su máximo valor en el mes de diciembre, representó el 9,05% de la comunidad perifítica. Finalmente, la división Euglenophyta alcanzó su máximo valor en el mes de marzo conformando el 1,62% de la comunidad total (ver Figuras N° 10 - 15). Los diferentes grupos constituyen la base de la cadena trófica, como alimento para macroinvertebrados y peces.

En el cuadro N° 7 se observa que en el mes de enero se encontró la mínima cantidad de especies de **Bacillariophyta** (67) y en el mes de marzo la máxima (87). En cuanto a las **Cyanobacterias**, la máxima y mínima cantidad de especies encontradas fue en el mes de enero (11) y abril (15) respectivamente. Por otro lado, dentro del grupo de las Chlorophytas se encontraron seis especies en enero (mínima) y 16 en el mes de abril (máxima). Finalmente, en los meses de enero y abril se encontraron solamente 2 especies, no obstante, en el mes de marzo se encontraron 5.

Figuras Nº 10 – 15. Abundancias Relativas (N%) del Perifiton.



Leyenda:

■ EUGLENOPHYTA ■ CHLOROPHYTA ■ CYANOPHYTA ■ BACILLARIOPHYTA

Cuadro N° 7. Riqueza Específica (S) del perifiton del Río Huaytire.

MES	BACILLARIOPHYTA	CYANOBACTERIA	CHLOROPHYTA	EUGLENOPHYTA
DIC	73	13	10	3
ENE	67	11	6	2
FEB	85	13	9	3
MAR	87	12	11	5
ABR	76	15	16	2
MAY	71	13	12	4
$\bar{\Sigma}$ TOTAL	77	13	11	3

Fuente: elaboración del autor.

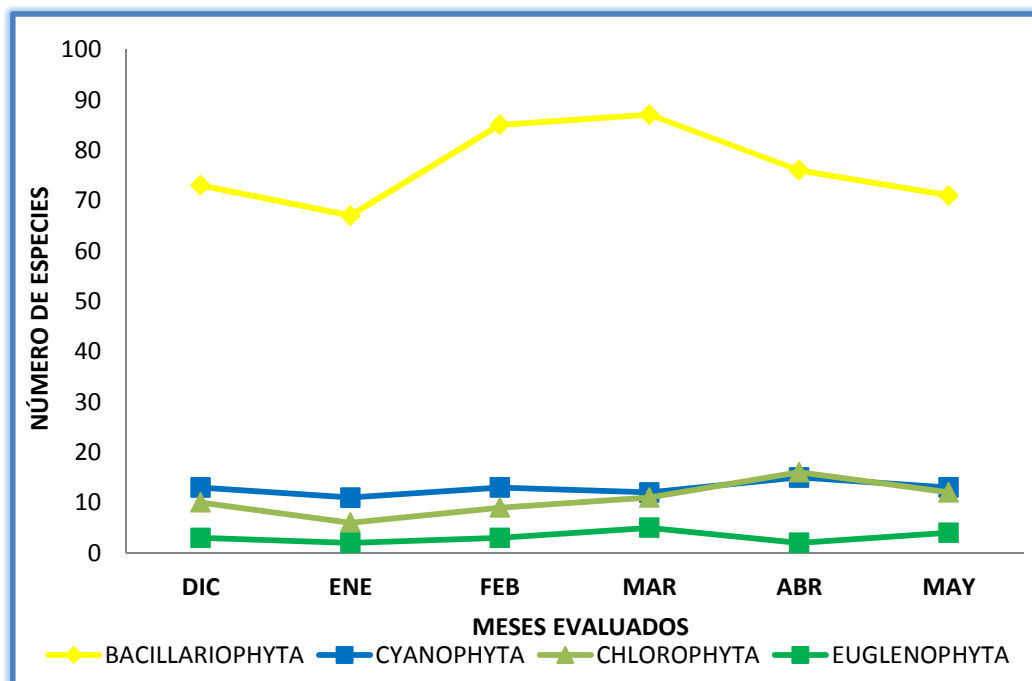


Figura N° 16. Riqueza Específica (S) del Perifiton.

En las figuras N° 16 y 17 se observa que la división Bacillariophyta fue mucho más diversa que las demás pero también se observa la irregularidad de esta división en el tiempo. Por otro lado, las divisiones Cyanophyta, Chlorophyta, y Euglenophyta tienen poca diversidad de especies, pero se mantienen regulares en el tiempo.

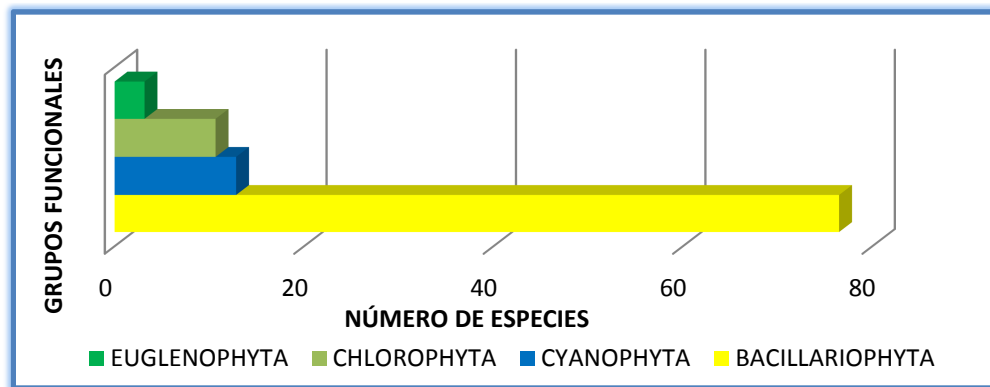


Figura N° 17. Diversidad biológica del perifiton en el Río Huaytire.

En el cuadro N° 8 observamos que el género dominante de las Bacillariophyta es el género Aulacoseira con 2626 individuos/mL (51,64%) y el que tiene menos representatividad dentro de esta división es género Diploneis (0,02%).

Cuadro Nº 8. Individuos (N) x mL y abundancia relativa (N%) de los géneros pertenecientes a la división Bacillariophyta.

GÉNERO	N	N%
Achnanthes	47	0,92
Aulacoseira	2626	51,64
Amphora	16	0,31
Caloneis	82	1,61
Cavinula	17	0,33
Cocconeis	115	2,26
Cyclotella	22	0,43
Cymbella	17	0,33
Denticula	3	0,06
Diatoma	20	0,39
Diploneis	1	0,02
Encyonema	98	1,93
Epithemia	8	0,16
Eunotia	30	0,59
Fragilaria	608	11,96
Frankophila	9	0,18
Frustulia	10	0,20
Gomphonema	86	1,69
Hantzchia	7	0,14
Hipodonta	3	0,06
Luticola	9	0,18
Navicula	290	5,70

Naviculadicta	35	0,69
Neidium	11	0,22
Nitzschia	307	6,04
Pinnularia	114	2,24
Placoneis	3	0,06
Planothidium	34	0,67
Rhopalodia	6	0,12
Stauroneis	14	0,28
Staurosira	401	7,89
Surirella	34	0,67
Veigaludwigia	2	0,04

Fuente: elaboración del autor.

Cuadro N° 9 Índices de diversidad de la división Bacillariophyta.

INDICES	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Taxa_S	73	67	85	87	76	71
Individuals	4986	9948	5832	3340	3002	3384
Dominance_D	0,1451	0,5965	0,5028	0,09986	0,08112	0,1071
Shannon_H	2,881	1,237	1,609	3,35	3,202	3,023
Simpson_1-D	0,8549	0,4035	0,4972	0,9001	0,9189	0,8929
Menhinick	1,034	0,6717	1,113	1,505	1,387	1,221

Fuente: elaboración del autor.

En el cuadro N° 9 se observa los valores de diversidad estimados para la comunidad de diatomeas perifíticas del Río

Huaytire. El índice de Shannon fue mayor en época seca, lo que nos indica que hubo mayor diversidad en estos meses. Esto implica que en los otros meses la dominancia se haya incrementado, presentándose una o dos especies dominantes. Por otra parte, el índice de Simpson nos refiere que todas las poblaciones de diatomeas están muy bien distribuidas y representadas en época de estiaje, mas no en época de lluvia. El índice de Menhinick nos indica que hay una alta riqueza específica en todos los meses evaluados.

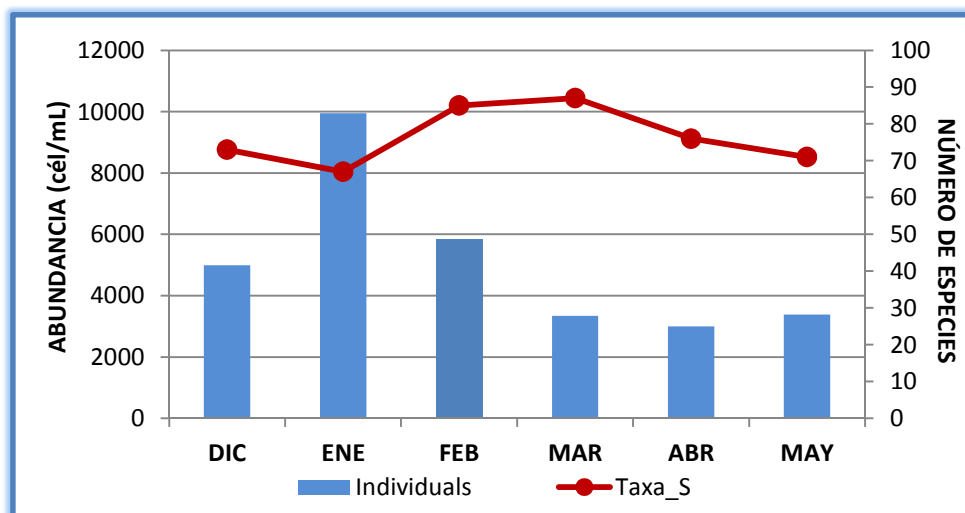


Figura Nº 18. Riqueza de especies (S) y Abundancia (N) de la división Bacillariophyta.

En la figura N° 18 se representa el N° de individuos y el N° de especies presentes en el Río Huaytire en los meses evaluados. Claramente podemos observar que existe una alta diversidad, mas no abundancia de especies. La riqueza específica tiende a ser constante y la abundancia es estacional.

Cuadro N° 10. Individuos (N) x mL y abundancia relativa (N%) de los géneros pertenecientes a la división Cyanobacteria.

GÉNERO	N	N%
Anabaena	23	6,32
Aphanocapsa	12	3,30
Calothrix	5	1,37
Indeterminado	15	4,12
Chroococcus	32	8,79
Gomphosphaeria	4	1,10
Leptolyngbya	20	5,49
Lyngbya	23	6,32
Merismopedia	3	0,82
Nodularia	1	0,27
Oscillatoria	132	36,26
Phormidium	39	10,71
Pseudanabaena	52	14,29
Spirulina	3	0,82

Fuente: elaboración del autor.

Cuadro N° 11. Índices de diversidad de la división Cyanobacteria.

INDICES	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Taxa_S	13	11	13	12	15	13
Individuals	258	196	276	673	456	316
Dominance_D	0,107	0,1928	0,133	0,2234	0,1518	0,1652
Shannon_H	2,357	1,931	2,214	1,853	2,161	2,085
Simpson_1-D	0,893	0,8072	0,867	0,7766	0,8482	0,8348
Menhinick	0,8093	0,7857	0,7825	0,4626	0,7024	0,7313

Fuente: elaboración del autor.

En el cuadro N° 10 se observa que el género más abundante dentro de las algas verde-azuladas es el género *Oscillatoria* (36,26%) y la menos abundante es *Nodularia* (0,27%).

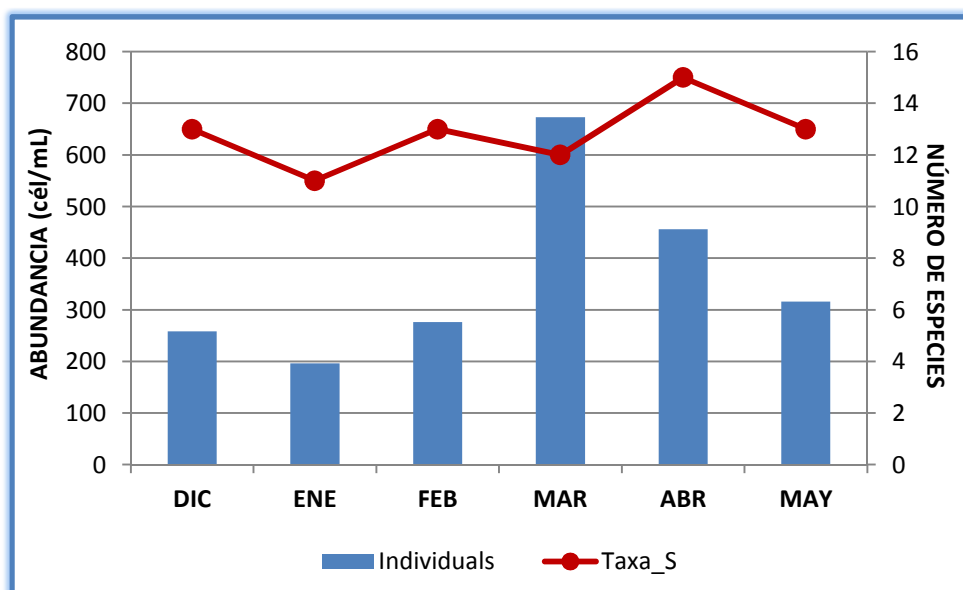


Figura N° 19. Riqueza de Especies (S) y Abundancia (N) de la división Cyanobacteria.

En el cuadro N° 11 se observa los valores de diversidad estimados para la comunidad de cianobacterias perifíticas del Río Huaytire. El índice de Shannon nos indica que existe una diversidad moderada y que esta es casi constante a lo largo del tiempo. Esto implica que la dominancia sea baja dentro de esta comunidad. Por otra parte, el índice de Simpson nos refiere que todas las poblaciones de cianobacterias están muy bien distribuidas y representadas durante el tiempo de muestreo. El índice de Menhinick nos indica que hay una riqueza específica elevada en todos los meses evaluados.

En la figura N° 19 se representa el N° de individuos y el N° de especies presentes en el Río Huaytire en los meses evaluados. Claramente podemos observar que existe una alta diversidad, mas no abundancia de especies. La riqueza específica presenta una fluctuación regular, mientras que la abundancia es estacional, elevándose en época de estiaje.

En el cuadro N° 12 podemos observar que el alga verde más abundante fue *Ankistrodesmus* (54,41%) y los que fueron poco

representativos fueron Elakatothrix, Crucigenia y Euastrum (0,38% respectivamente).

Cuadro N° 12. Individuos (N) x mL y abundancia relativa (N%) de los géneros pertenecientes a la división Chlorophyta.

GÉNERO	N	N%
Ankistrodesmus	142	54,41
Asterococcus	3	1,15
Closterium	8	3,07
Crucigenia	1	0,38
Cosmarium	6	2,30
Elakatothrix	1	0,38
Euastrum	1	0,38
Hyalotheca	2	0,77
Oedogonium	10	3,83
Pediastrum	4	1,53
Scenedesmus	47	18,01
Selenastrum	3	1,15
Spirogyra	17	6,51
Staurastrum	4	1,53
Ulothrix	7	2,68
Zygnema	2	0,77
Westella	3	1,15

Fuente: elaboración del autor.

Cuadro 13. Índices de diversidad de la división Chlorophyta.

INDICES	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Taxa_S	10	6	9	11	16	12
Individuals	526	212	164	233	268	156
Dominance_D	0,5101	0,6696	0,304	0,1774	0,1148	0,1979
Shannon_H	1,129	0,7408	1,554	1,99	2,402	1,96
Simpson_1-D	0,4899	0,3304	0,696	0,8226	0,8852	0,8021
Menhinick	0,436	0,4121	0,7028	0,7206	0,9774	0,9608

Fuente: elaboración del autor.

En el cuadro N° 13 se observa los valores de diversidad estimados para la comunidad de algas verdes perifíticas del Río Huaytire. El índice de Shannon fue relativamente bajo, lo que nos indica una baja diversidad en estos meses de muestreo. Esto implica que la dominancia sea un tanto elevada. Por otra parte, el índice de Simpson nos refiere que todas las poblaciones de algas verdes están bien distribuidas durante los meses evaluados. El índice de Menhinick nos indica que hay una alta riqueza específica en todos los meses evaluados excepto en los dos primeros meses (diciembre y enero).

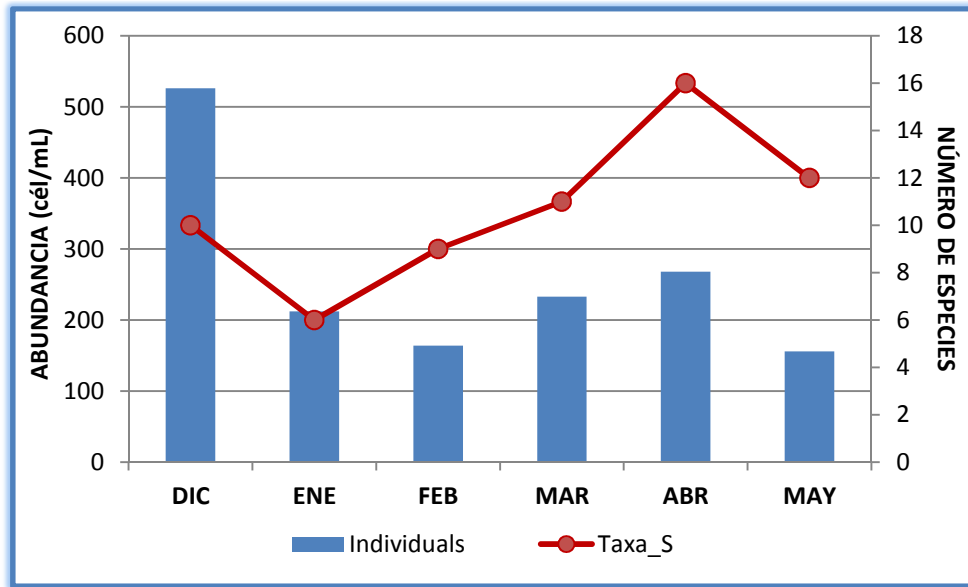


Figura N° 20. Riqueza de Especies (S) y Abundancia (N) de la división Chlorophyta.

En la figura N° 20 se representa el N° de individuos y el N° de especies presentes en el Río Huaytiro en los meses evaluados. Claramente podemos observar que la diversidad aumenta en época seca, y que por el contrario, la abundancia no se ve afectada por el factor estacional.

Cuadro N° 14. Individuos (N) x mL y abundancia relativa (N%) de los géneros pertenecientes a la división Euglenophyta.

GÉNERO	N	N%
Anisonema	2	6,06
Euglena	10	30,30
Phacus	1	3,03
Trachelomonas	14	42,42
Indeterminado	6	18,18

Fuente: elaboración del autor.

Cuadro N° 15. Indices de diversidad de las Euglenophyta.

INDICES	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Taxa_S	3	2	3	5	2	4
Individuals	38	20	48	70	7	16
Dominance_D	0,5235	0,68	0,4306	0,3433	0,5102	0,25
Shannon_H	0,8247	0,5004	0,9184	1,247	0,6829	1,386
Simpson_1-D	0,4765	0,32	0,5694	0,6567	0,4898	0,75
Menhinick	0,4867	0,4472	0,433	0,5976	0,7559	1

Fuente: elaboración del autor.

En el cuadro N° 14 observamos que la Euglenophyta más abundante fue Trachelomonas (42,42%) y la menos abundante fue Phacus (3,03%).

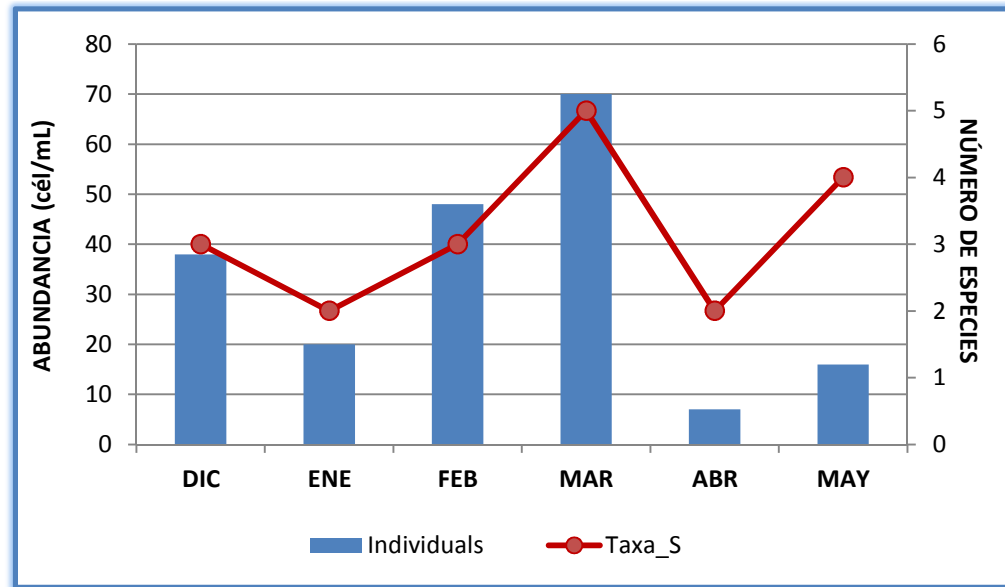


Figura N°21. Riqueza de Especies (S) y Abundancia (N) de la división Euglenophyta.

En el cuadro N° 15 se observa los valores de diversidad estimados para la división Euglenophyta del Río Huaytire. El índice de Shannon nos indica que la diversidad fue baja y poco regular durante los meses evaluados. Esto implica que la dominancia de alguna u otra especie se presente. Por otra parte, el índice de Simpson nos refiere que todas las poblaciones de euglenophytas están distribuidas y representadas de manera regular. El índice de Menhinick nos indica que la riqueza específica tiende a incrementarse a lo largo de los meses evaluados.

En la figura N° 21 se representa el N° de individuos y el N° de especies presentes en el Río Huaytire en los meses evaluados. Claramente podemos observar que tanto la diversidad y la abundancia de especies aumenta en la transición de épocas (época húmeda y seca) y ambas son muy irregulares en el tiempo.

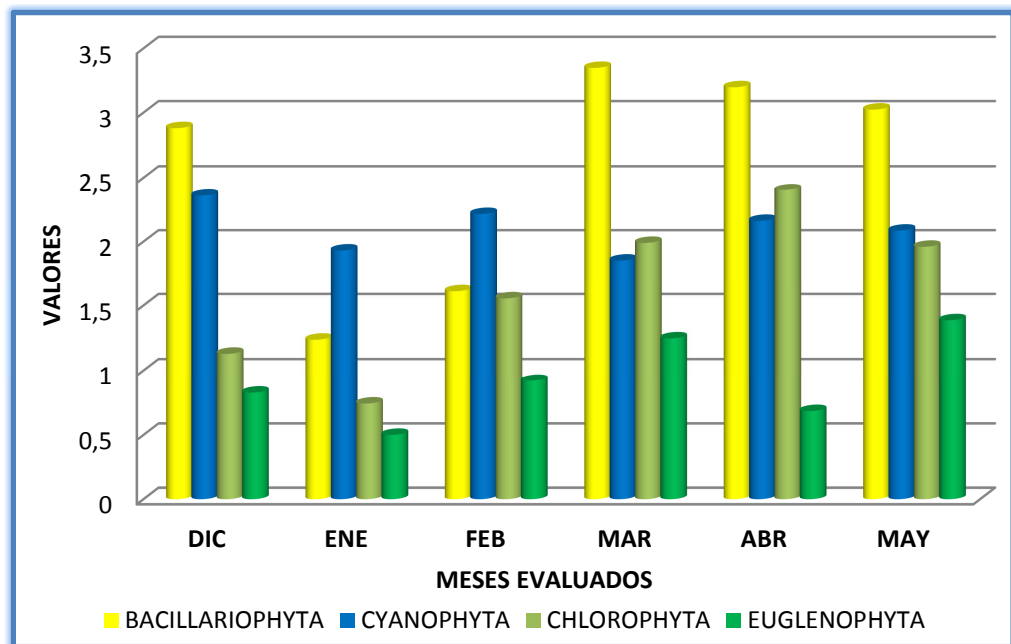


Figura N° 22. Índice de Diversidad de Shannon.

En la figura N° 22 se observa que el grupo funcional más diverso fue el de las Bacillariophyta. No obstante, en los meses de enero y febrero lo fue las Cyanobacterias. La diversidad de todos los grupos

baja notablemente en época de lluvia a excepción de las cianobacterias que tienen una distribución constante.

Cuadro N° 16. Índices de diversidad del perifiton.

INDICES	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Taxa_S	99	86	110	115	109	100
Individuals	5808	10376	6320	4316	3733	3872
Dominance_D	0,1113	0,5487	0,4286	0,06584	0,05532	0,08323
Shannon_H	3,205	1,446	1,971	3,721	3,646	3,371
Simpson_1-D	0,8887	0,4513	0,5714	0,9342	0,9447	0,9168
Menhinick	1,299	0,8443	1,384	1,75	1,784	1,607

Fuente: elaboración del autor.

En el cuadro N° 16 se observa los valores de diversidad estimados para el perifiton del Río Huaytire. El índice de Shannon indica una alta diversidad en todos los meses con la excepción de los meses de enero y febrero (época de lluvia). Esto implica que la dominancia se haya incrementado en estos dos meses (enero y febrero). Por otra parte, el índice de Simpson nos refiere que las comunidades del perifiton están muy bien distribuidas y representadas. El índice de Menhinick nos indica que hay una alta riqueza específica en todos los meses evaluados.

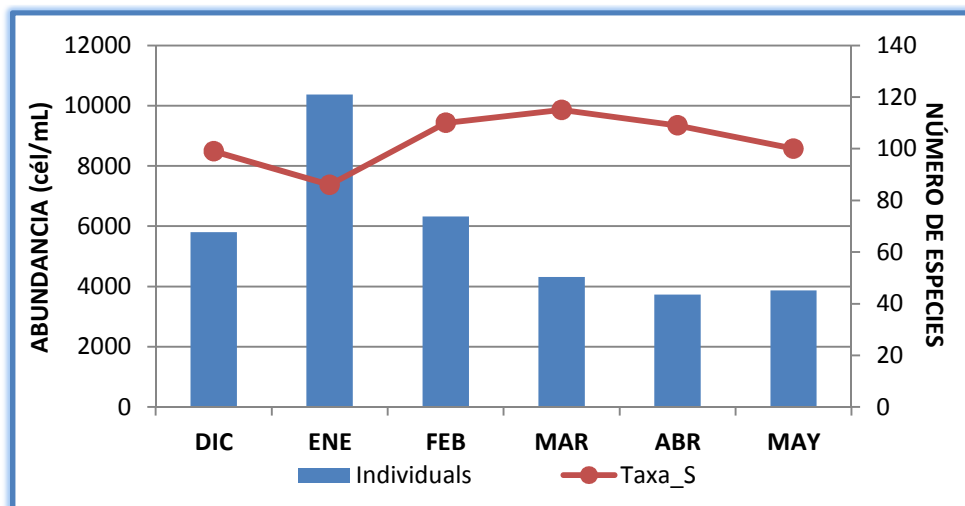


Figura N° 23. Riqueza de especies (S) y abundancia (N) del perifiton.

En la figura N° 23 se representa el N° de individuos y el N° de especies presentes representantes del perifiton del Río Huaytire durante los meses evaluados. Se puede observar que la riqueza específica es constante a lo largo de los meses evaluados con una ligera disminución en época de lluvia. Y la curva de la abundancia indica la influencia estacional, aumentando en los meses de lluvia (diciembre, enero y febrero).

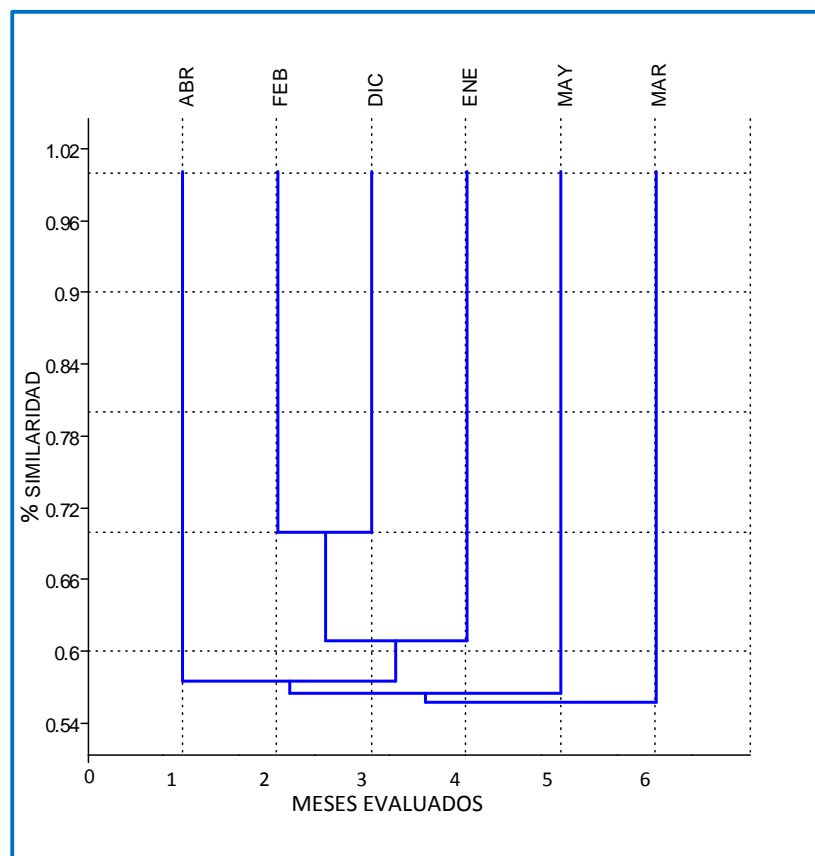


Figura N° 24. Coeficiente de Similaridad de Jaccard del perifiton.

En la figura N° 24 se observa la similitud en cuanto a la diversidad en los meses de evaluación. Los meses de febrero y diciembre tienen una alta similitud ($\approx 70\%$) y estas a su vez son similares al mes de enero en un 60% , meses que corresponden al período de lluvia.

Cuadro N° 17. Correlación de Pearson ($p < 0,05$) con la riqueza de especies (S) del perifiton.

	BACILLARIOPHYTA	CYANOBACTERIA	CHLOROPHYTA	EUGLENOPHYTA
T°	0,80673*	0,33925	0,44443	0,46495
pH	0,34161	0,74083*	0,90484**	0,3753
Conduct.	0,9714**	0,18311	0,038153	0,43785
OD	0,27046	0,91716**	0,73769	0,75704*
STD	0,90104**	0,29061	0,067552	0,42636
Turbidez	0,77094	0,29164	0,048067	0,42257

Fuente: elaboración del autor.

Leyenda: * correlación significativa; ** correlación altamente significativa.

En el cuadro N° 17 se observa, la correlación entre las comunidades del perifiton y el factor fisicoquímico del río Huaytire, a fin de poder determinar la sensibilidad de las comunidades a los posibles cambios físicos y químicos que se puedan presentar en este ambiente acuático. Con una probabilidad de $p < 0,05$, existió una correlación lineal directa altamente significativa entre la conductividad y sólidos totales disueltos con la diversidad de la comunidad de diatomeas. La comunidad de cianobacterias se vio altamente influenciada (positivamente) con la cantidad de oxígeno disuelto. Finalmente la comunidad de clorofitas tiene una correlación lineal directa con el pH del río. Sin embargo, la correlación entre la temperatura del agua y la diversidad de diatomeas fue relativamente

significativa. Del mismo modo lo fue el pH y la diversidad de cianobacterias. Por último la cantidad de oxígeno disuelto influye directamente con la diversidad de euglenofitas.

- **Curva de Acumulación de Especies**

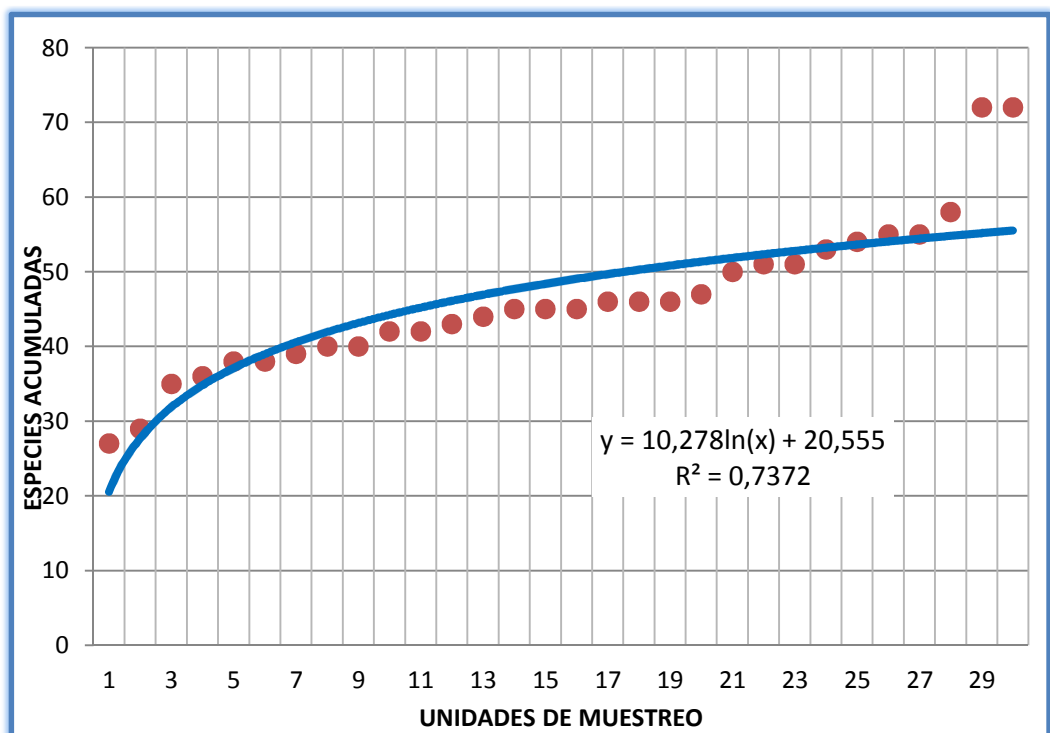


Figura Nº 25. Curva de acumulación de especies presentes en el perifiton del Río Huaytire.

El número de especies es, quizás el atributo más frecuentemente utilizado a la hora de describir una taxocenosis, ya

que es una expresión mediante la cual se obtiene una idea rápida y sencilla de su diversidad (**Magurran, 1988**).

En la figura N° 25 se observa el número especies acumuladas conforme se fue aumentando el esfuerzo de recolecta en el Río Huaytire (unidades de muestreo). Se observa que la riqueza (S) fue aumentando, hasta que llegó un momento en el cual por más que se siga recolectando, el número de especies ya alcanzó un máximo y se estabilizará en una asíntota.

- **Calidad del Agua del Río Huaytire según el Índice Diatómico Genérico (IDG)**

En la figura N° 26 se observa la calidad del agua del Río Huaytire durante el tiempo de muestreo. Se observa que en época de lluvia (diciembre a febrero) la calidad del agua fue de polución media (eutrofización acentuada) y en época de estiaje (marzo a mayo) la calidad del agua fue de polución moderada (eutrofización).

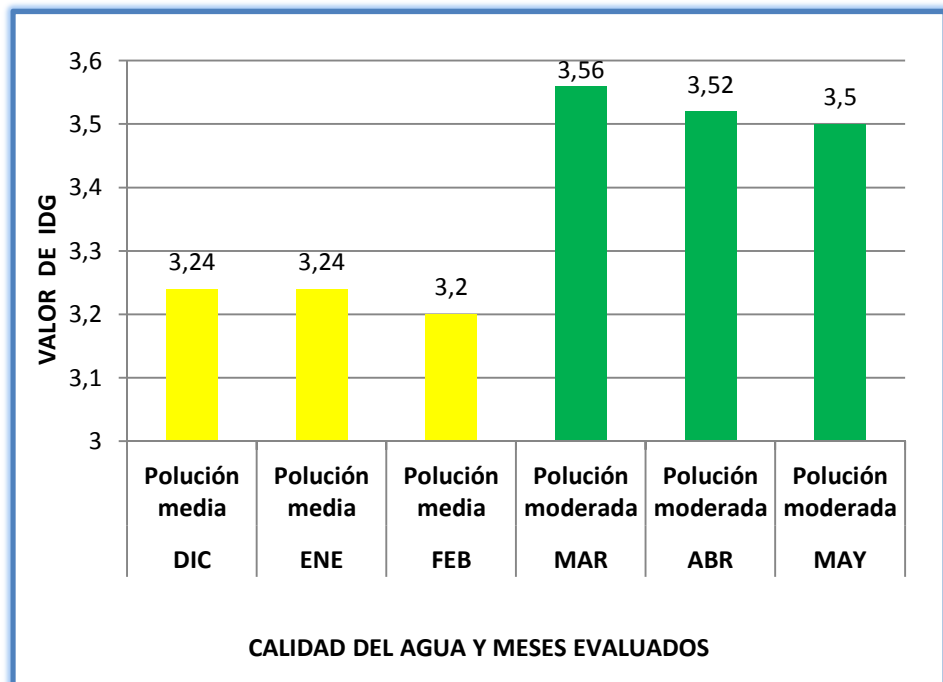


Figura N° 26. Calidad del agua del Río Huaytire según el IDG.

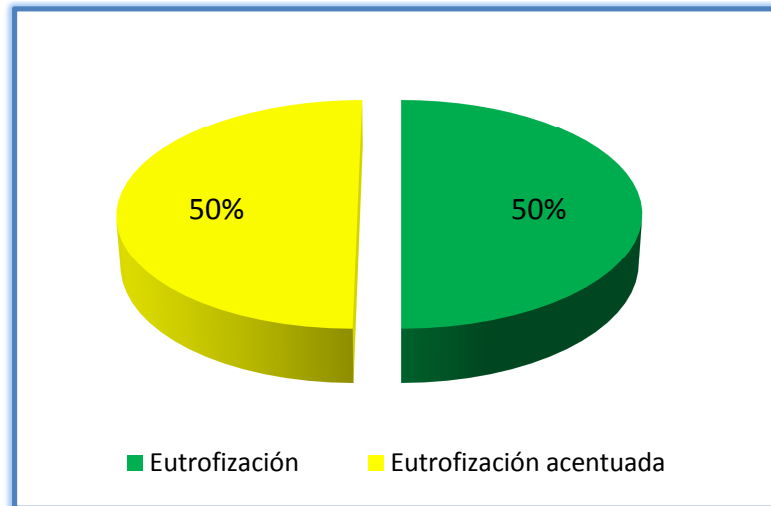


Figura N° 27. Distribución porcentual de la calidad del agua del Río Huaytire según el IDG.

La figura N° 27 muestra la distribución porcentual de la calidad del agua del Río Huaytire durante los 6 meses de evaluación (época de lluvia y estiaje). Se observa que el 50% correspondió a polución media (eutrofización acentuada) en época de lluvia y el otro 50% presentó polución moderada (eutrofización) en época seca o de estiaje.

3.6 Análisis de los Macroinvertebrados

Cuadro N° 18. Abundancia relativa (N%) de los macroinvertebrados bentónicos del Río Huaytire.

TAXA	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
Corixidae	7,83	0	3,41	3,24	0	0,43
Elmidae	10,43	9,21	9,09	22,01	12,21	17,14
Chironomidae	41,74	61,84	23,86	12,62	32,85	51,63
Simuliidae	0	0	7,95	10,68	7,27	7,59
Empididae	0	1,32	2,27	0,65	1,45	1,95
Baetidae	0,87	1,32	10,23	10,03	37,21	16,05
Gripopterygidae	1,3	0	1,14	4,53	2,03	0,87
Limnephilidae	0,43	1,32	4,55	2,91	0,87	0,87
Hydrobiosidae	0,43	0	1,14	0,97	0,58	0,43
Hydroptilidae	0,43	0	1,14	0,65	0,87	0,43
Hyalellidae	10,87	5,26	7,95	3,88	3,49	0,87
Daphniidae	1,74	3,95	10,23	8,41	0	0
Diaptomidae	0	2,63	1,14	13,92	0,29	0,65
Hydrachnidae	0,87	2,63	5,68	3,24	0,58	1,08
Oligochaeta**	16,96	3,95	4,55	0,65	0,29	0
Glossiphoniidae	1,3	1,32	2,27	0,65	0	0
Sphaeriidae	0,43	3,95	1,14	0,97	0	0
Planariidae	3,04	1,32	2,27	0	0	0
Cnidaria*	1,3	0	0	0	0	0
TOTAL	100	100	100	100	100	100

Fuente: elaboración del autor.

Leyenda: * Phylum; **Subclase

En el cuadro N° 18 y en la figura N° 28 se observan los valores promedios de las abundancias relativas (%N) de las taxa de macroinvertebrados bentónicos encontrados en el periodo de muestreo (época de lluvia y época seca). Las familias encontradas en todos los meses y más abundantes fueron la familia Elmidae y Chironomidae.

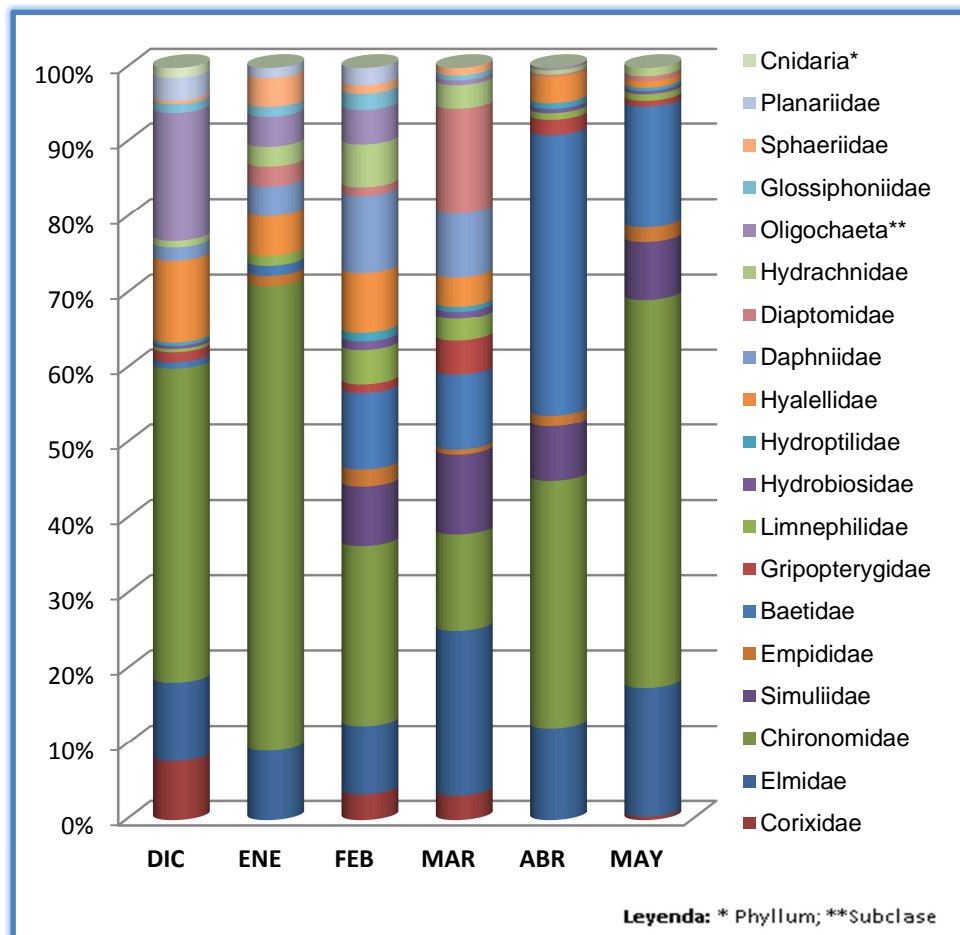
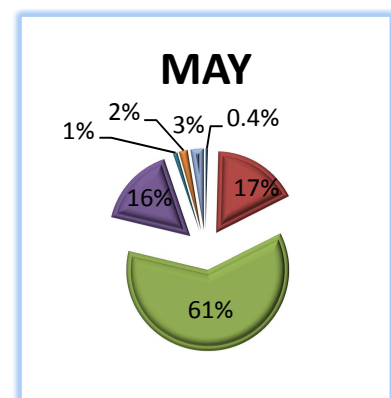
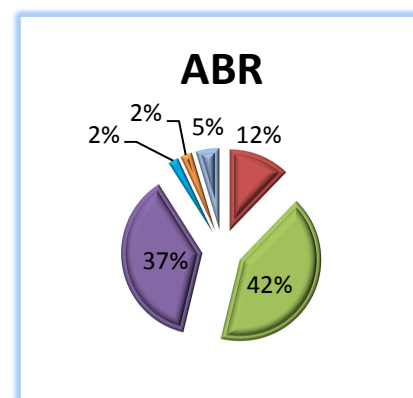
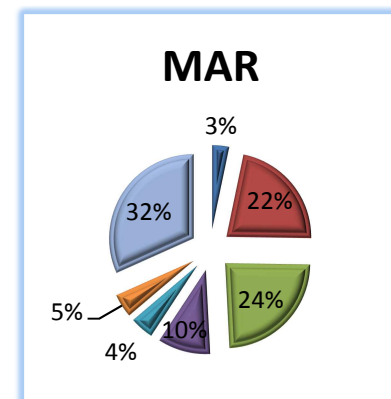
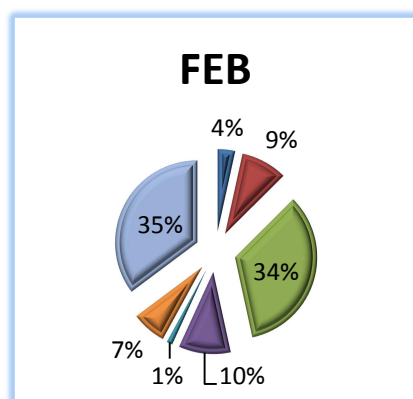
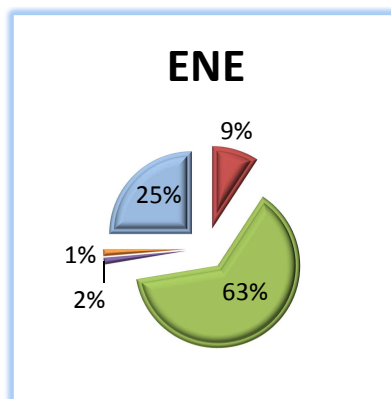
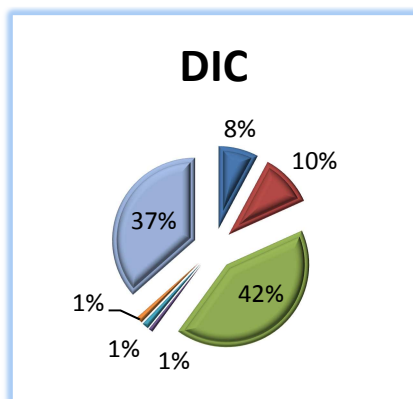


Figura N° 28. Abundancias relativas (N%) de macroinvertebrados bentónicos clasificados por familias.

Figuras N° 29 – 34. Abundancia relativa de los principales Órdenes de macroinvertebrados del Río Huaytire.



Leyenda:

■ Hemiptera ■ Coleoptera ■ Diptera ■ Ephemeroptera ■ Plecoptera ■ Trichoptera ■ Otros

En las figuras N° 29 – 34 se observan los principales órdenes de macroinvertebrados encontrados en el Río Huaytire durante los meses de muestreo. El Orden Diptera fue el más abundante en todos los meses, alcanzando su máximo valor en el mes de enero (63%) y su mínimo valor en el mes de marzo (24%).

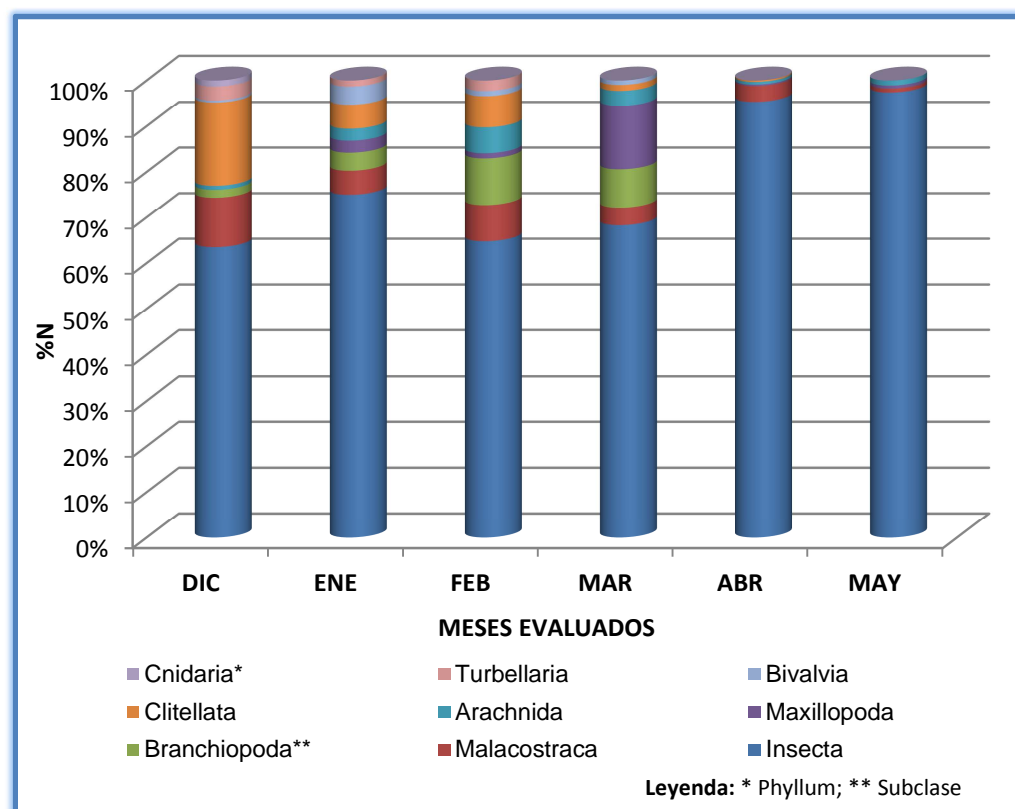


Figura N° 35. Abundancia relativa (%N) de macroinvertebrados bentónicos clasificados por Clase.

En la figura N° 35 se observa el porcentaje de individuos pertenecientes a la Clase Insecta (>50%) y los no Insecta, durante el periodo de muestreo. Nótese que en los meses de abril y mayo (época seca) más del 90% del total de individuos encontrados fueron insectos.

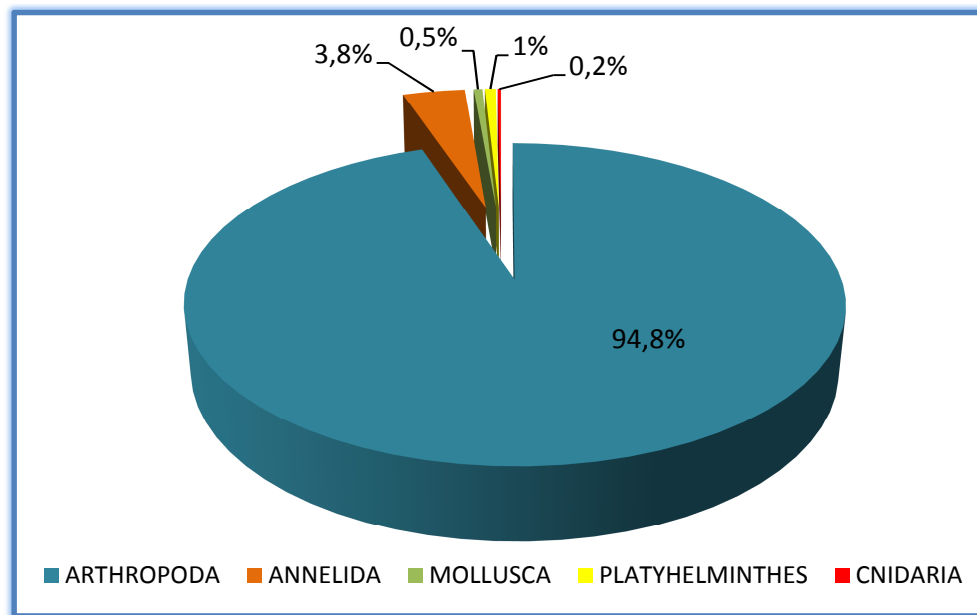


Figura N° 36. Distribución porcentual de Phyla de macroinvertebrados bentónicos del Río Huaytire.

En la figura N° 36 muestra la distribución porcentual de cada phylum, siendo el phylum Arthropoda el más abundante con un 94,8% y el phylum Cnidaria el menos abundante con 0,2%.

Cuadro N° 19. Índices de diversidad de las familias de macroinvertebrados bentónicos del Río Huaytire.

INDICES	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Taxa_S	16	13	17	17	13	13
Individuals	230	76	88	309	344	461
Dominance_D	0,2338	0,4006	0,1095	0,1191	0,2686	0,3283
Shannon_H	1,866	1,531	2,501	2,359	1,615	1,486
Simpson_1-D	0,7662	0,5994	0,8905	0,8809	0,7314	0,6717
Menhinick	1,055	1,491	1,919	0,9671	0,7009	0,6055

Fuente: elaboración del autor.

En el cuadro N° 19 se observan los valores de diversidad estimados para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos del Río Huaytire. La riqueza (S) es bastante homogénea durante los 6 meses de muestreo. El índice de Shannon nos indica que existe poca diversidad en los meses evaluados. Esto implica que la dominancia de algunas taxas sea relativamente elevada en aquellos meses en los que la diversidad es más baja. Por otra parte, el índice de Simpson nos refiere que las comunidades de macroinvertebrados bentónicos están muy bien distribuidos y representados en todos los meses de

muestreo. El índice de Menhinick nos indica que hay una mayor riqueza específica en época de lluvia.

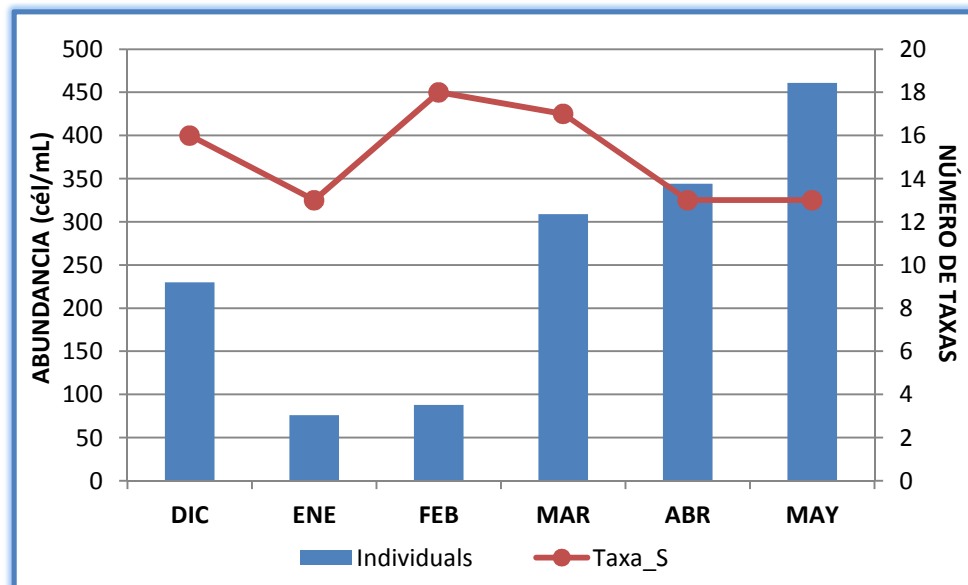


Figura N° 37. Riqueza de familias y abundancia (N) de la comunidad de macroinvertebrados del Río Huaytire.

En la figura N° 37 se observa el N° de individuos y el N° de familias presentes en el Río Huaytire en los meses evaluados. Claramente podemos observar que la abundancia tiene una alta influencia estacional, reduciéndose en época de lluvia e incrementándose en época seca. Por otro lado, la riqueza de familias tiende a ser regular en todos los meses evaluados.

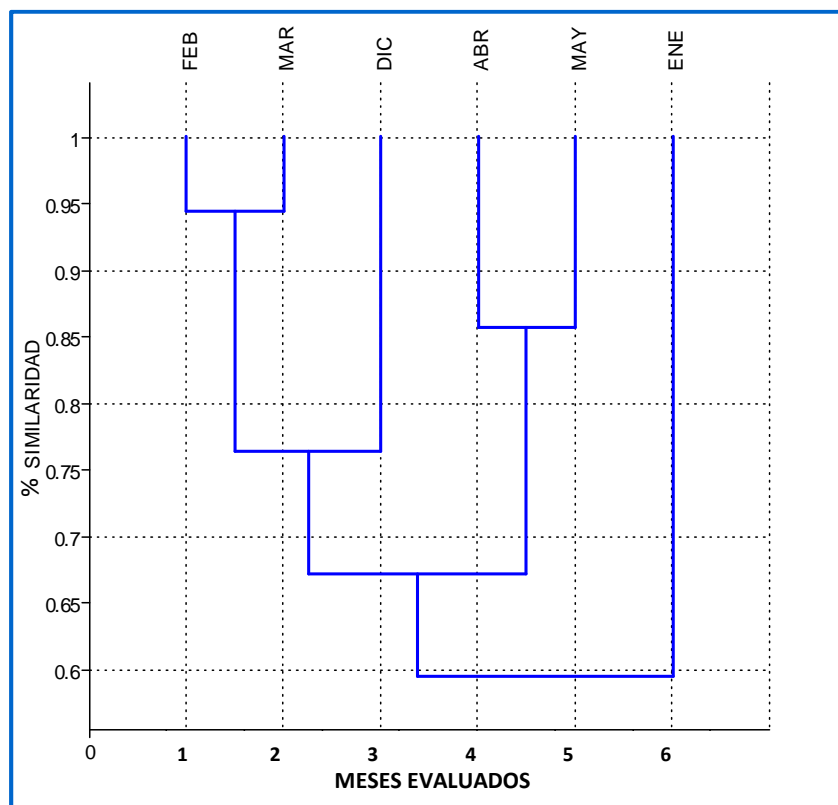


Figura N°38. Coeficiente de Similaridad de Jaccard de los macroinvertebrados bentónicos del Río Huaytire.

En la figura N° 38 observamos el coeficiente de similitud de Jaccard de los macroinvertebrados bentónicos del río Huaytire en los meses evaluados. Las comunidades de macroinvertebrados encontrados en los meses de febrero y marzo tienen una similitud del 95% y estos a su vez son similares a las comunidades encontradas en el mes de diciembre en un 75%. Las comunidades encontradas en los meses de abril y mayo tienen una similitud del 85%.

Cuadro N° 20. Correlación de Pearson con la abundancia de los principales ordenes de macroinvertebrados.

	Hemiptera	Coleoptera	Diptera	Ephemeroptera	Plecoptera	Trichoptera
T°	0,36857	0,44282	0,26173	0,7881*	0,98867**	0,74275*
pH	0,21676	0,42317	0,89981**	0,67056*	0,41946	0,16776
Conduct.	0,7451*	0,037902	0,049886	0,10963	0,28662	0,26257
OD	0,54374	0,23143	0,010966	0,48385	0,73147*	0,9806**
STD	0,70866*	0,027817	0,051827	0,13596	0,24709	0,28423
Turbidez	0,5818	0,018951	0,087442	0,032074	0,18702	0,095348

Fuente: elaboración del autor.

Leyenda: * correlación significativa; ** correlación altamente significativa.

En el cuadro N° 20 se observa que existió una correlación directa altamente significativa entre el pH y el Orden Diptera; la temperatura y el Orden Plecoptera; la cantidad de oxígeno disuelto y el Orden Trichoptera. Además se observa que el Orden Hemiptera se ve directa y significativamente influenciado por la conductividad y los sólidos totales disueltos; el Orden Ephemeroptera con la temperatura del agua y el pH; el Orden Plecoptera con la cantidad de oxígeno disuelto y finalmente el Orden Trichoptera con la temperatura del agua.

Según (**Margalef, 1955**) los efemerópteros y tricópteros, etc. se han considerado con frecuencia como buenos indicadores de la temperatura.

Cuadro N° 21. Índices utilizados para determinar la calidad del agua del Río Huaytire.

INDICES	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
IBF	REL MALA	REL MALA	BUENA	EXCELENTE	REGULAR	REGULAR
IBFCh	REL MALA	REL MALA	BUENA	EXCELENTE	REGULAR	REGULAR

Fuente: elaboración del autor.

Leyenda: **IBF:** Índice Biótico de Familias; **IBFCh:** Índice Biótico de familias de Chile.

En el cuadro N° 21 y la figura N° 39 observamos los índices usados para determinar la calidad del agua del Río Huaytire utilizando macroinvertebrados. Se utilizó el Índice Biótico de Familias y el Índice Biótico de Familias de Chile. Ambos índices dieron resultados similares, teniendo los valores más bajos en los meses de diciembre y enero y los más altos en el mes de marzo. Se notó claramente la estacionalidad concordando así con los valores obtenidos utilizando el IDG con las diatomeas (Ver Figuras N° 26 y 27).

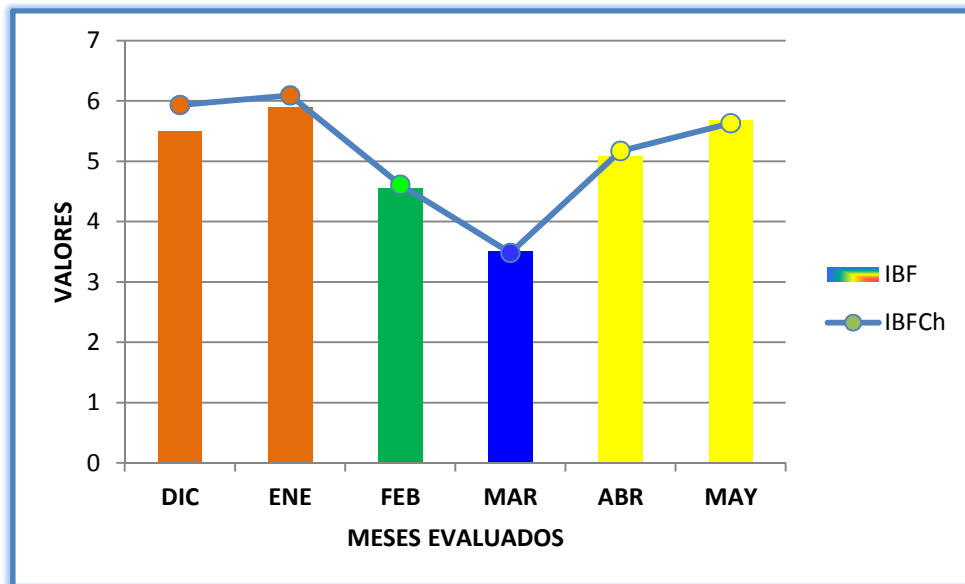


Figura N° 39. Índices utilizados para determinar la calidad del agua del Río Huaytire.

Leyenda: ■ :excelente ■ :aceptable ■ :dudosa ■ :relativamente mala

3.7 Análisis del Necton

La diversidad, riqueza y abundancia de los peces responden de manera predecible a los cambios en algunos factores abióticos, tales como la calidad del hábitad y calidad del agua. Por lo cual se les puede llamar especies indicadoras, y sus cambios en presencia/ausencia, número y en las características morfológicas, fisiológicas o de comportamiento, indican que algunas de las variables

fisicoquímicas se encuentran fuera de sus límites de tolerancia y afectan sus ciclos de vida (**Gutierrez, 2003**).

Cuadro N° 22. Abundancia (N) del necton del Río Huaytire.

TAXA	ÉPOCA HÚMEDA	ÉPOCA SECA
<i>Orestias sp</i>	26	24
<i>Salvelinus fontinalis</i>	48	32
TOTAL	74	56

Fuente: elaboración del autor.

En el cuadro N° 22 se observa que la diversidad íctica en el Río Huaytire fue muy baja. Encontrándose sólo dos taxa presentes. También se muestra la abundancia de peces del Río Huaytire en época de lluvia o húmeda y en época seca. Nótese que en época seca el número de individuos fue ligeramente menor, esto pudo ser provocado por el bajo caudal en esta época.

IV. DISCUSIÓN

El Río Huaytire presentó una elevada diversidad de microalgas. En cuanto a los macroinvertebrados, se observaron valores de diversidad bajos. Esto pudo ocurrir debido a que se llegó a identificar hasta familias a diferencia de las microalgas que se identificaron hasta especies. Desde el punto de vista biológico propiamente, es importante mantener la diversidad de hábitats y la biodiversidad acuática. La diversidad biológica es la enorme variedad de seres vivos y sus complejas interacciones; se refiere al número de especies presentes en un ecosistema, país o región **(Brack, 2004)**.

Parenti (1984) indica que se supone que la diversidad taxonómica de la ictiofauna de los Andes es baja. Sólo tres generos: *Orestias*, y los bagres *Astroblepus* y *Trichomycterus* incluyen especies endémicas del altiplano, la meseta de gran altitud entre las laderas oriental y occidental de los Andes centrales. En la presente investigación se encontró a *Orestias sp* y a *Salvelinus fontinalis*. El primero, género endémico de la

zona como ya se mencionó y el segundo, especie introducida originaria de norteamérica.

El conocimiento de la biodiversidad de un lugar es importante porque permite su utilización racional y sostenida para beneficio de las poblaciones humanas cercanas; permite determinar si una zona debe ser considerada área de conservación; permite también plantear el uso de las especies presentes como indicadores del estado de conservación de una zona, entre otras utilidades.

En cuanto al parámetro físico, turbidez del agua, pudimos observar que fue elevado en época de lluvia (meses desde diciembre a febrero) con un valor superior a 17 NTU en el mes de enero. (Ver Figura N° 7). Esto pudo haber ocurrido debido al fenómeno explicado a continuación. La circulación del agua en los ríos renueva el agua en contacto con el fondo, iguala los gradientes, eleva partículas, aumentando la turbidez, y transporta en su seno comunidades de organismos que, por esto mismo, son especialmente inestables **(Margalef, 1955)**.

En cuanto al oxígeno disuelto (OD) se observaron valores altos en el mes de mayo (>9 mg/L). En las aguas corrientes el contenido de oxígeno es grande, por la agitación, y es frecuente hallar valores superiores a la saturación, especialmente si la vida vegetal es abundante (**Margalef, 1955**), lo cual se observó en el Río Huaytire (Ver Figura N° 6).

El pH se mantuvo neutro en todos los meses evaluados (Ver Figura N° 4). Se encuentra correspondencia entre el pH y los tipos de comunidades (**Margalef, 1955**). Es una característica que depende de la cantidad y calidad de las sustancias disueltas. De acuerdo con **Krammer & Lange – Bertalot (1986)** valores entre 6 y 8 no tienen influencia significativa en las comunidades acuáticas.

La temperatura del agua del Río Huaytire no presentó un carácter estacional muy marcado, se observó una irregularidad en cuanto a este parámetro (Ver Figura N° 3). No obstante, se observó una fluctuación horaria muy marcada. Siendo muy baja a tempranas horas de la mañana y elevándose esta a lo largo de la mañana. La radiación modifica rápidamente este parámetro a causa de la poca profundidad del río en estudio.

Los diferentes grupos tienen distintas predilecciones térmicas: las cianobacterias son termófilas; las desmidiáceas prefieren aguas más frías; pero lo general es que todos los grupos amplios (diatomeas, quironómidos, etc.) comprendan especies adaptadas a las más diversas temperaturas **(Margalef, 1955)**.

De todos los grupos determinados, las Bacillariophyta fueron la comunidad dominante sobre el resto. Su capacidad adaptativa frente a diferentes estados tróficos de las aguas les permite colonizar con mucha rapidez los cuerpos de agua, tanto lóticos como lénticos desarrollando mecanismos de adaptación para fijarse sobre determinados sustratos, formando el fitoperifiton en cuerpos de agua lóticos **(Cadima, 2005)**.

La dominancia que muestran las Bacillariophyta, indica que estos organismos muestran gran capacidad adaptativa a diferentes tipos de condiciones acuáticas **(Roldan, 2004)**.

Según **Moreno (2001)**, medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa

representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales.

En cuanto a la diversidad de diatomeas **Rumrich (2000)**, encontró a lo largo de los Andes 184 taxa que se podrían considerar “endémicos” regionales o locales. Entre las muchas especies nuevas que se encontraron, seguramente endémicas, hubo algunas que solamente aparecían en altitudes superiores a 3600 m. Teniendo en cuenta la misma referencia, del total de especies diatómicas encontradas en esta investigación, 23 son posiblemente endémicas de la zona andina. Las demás son cosmopolitas (ver Anexo N° 6).

Ya que la viscosidad del agua disminuye cuando la temperatura sube, en los meses de verano (época de lluvia) las algas se sedimentan más aprisa y también se multiplican en superficie con mayor rapidez (**Margalef, 1955**). Es podría ser una de las razones del porqué la abundancia del perifiton es muy superior en época de lluvia que en época seca o de estiaje (Ver Figura N° 23).

En algunos casos, grupos naturales enteros presentan entre si ciertas afinidades ecológicas, y cualquiera de sus representantes tiene un valor indicador equivalente **(Margalef, 1955)**.

Según la composición taxonómica encontrada, la mayor presencia de la división Bacillariophyta es considerada normal dentro de los sistemas acuáticos **(Acleto y Zúñiga, 1998)**. Las algas de la División Chlorophyta son también importantes en riqueza y abundancia, lo cual refleja una buena productividad primaria, ya que estas algas en general están adaptadas a diversos ambientes y a diversas condiciones ambientales, se las encuentra en casi todos los cuerpos de agua continentales. La composición por Divisiones en consecuencia no presenta mucha alteración, ya que son las Bacillariophyta y las Chlorophyta las usualmente más abundantes en los cuerpos de agua lóticos **(González, 1988)**.

Un estudio realizado en Colombia, sobre la relación entre algunas variables físicas, químicas e hidrológicas con las comunidades de diatomeas perifíticas, estableció que la conductividad, el pH, el amonio, la turbidez, el fósforo total, el CO₂ y la velocidad de la corriente, fueron las variables que determinaron los patrones físicos y químicos de los ríos y

mediante un análisis de correspondencia canónica se estableció que el pH, el fósforo soluble, el nitrógeno total y la conductividad fueron variables que determinaron las comunidades de diatomeas (**Rivera, 2004**).

Jacobsen, et. al. (2003), mencionan que la solubilidad del oxígeno aumenta cuando disminuye la temperatura. Esto ha permitido una percepción general de que los fríos arroyos de alta montaña son mucho más ricos en oxígeno disuelto que los más cálidos arroyos de tierras bajas, y que los macroinvertebrados, habitantes de arroyos de alta montaña, no han tenido necesidad de adaptarse a las críticas condiciones de oxígeno. Sin embargo, esto falla tomando en cuenta que la solubilidad del oxígeno declina cuando decrece la presión atmosférica, lo cual podría ser de importancia en grandes altitudes.

En cuanto a la riqueza de taxa para macroinvertebrados en ríos altoandinos, está disminuye con la altitud (**Jacobsen et al., 1997; Jacobsen, 2008**). La riqueza es constante hasta los 1800 msnm y luego disminuye progresivamente (**Jacobsen, 2004**). Lo que fue demostrado con una baja riqueza de taxa (Ver Cuadro N° 19).

La forma aplanada de muchos animales que viven sobre las piedras sumergidas en arroyos y ríos, es a la vez, una adaptación para meterse debajo de los mismos cantos, pues algunas especies (efemerópteros) sólo salen de día, y de noche se encuentran ocultos bajo las piedras **(Margalef, 1955)**.

La hemoglobina es excepcional entre los invertebrados, pero se encuentra en cierto número de formas acuáticas (anélidos, hirudíneos, algunas larvas de quironómidos, cladóceros, entre otros). La presencia de estos en mayor cantidad de la normales indicio de adaptación a penuria de oxígeno **(Margalef, 1955)**. La escasez de este tipo de organismos (por ejemplo del género Chironomus), nos indica una aceptable calidad del agua.

Los animales filtradores separan y retienen las partículas pequeñas que el agua sostiene en suspensión, como pequeños organismos (zoo y fitoplancton), restos vegetales y de otros organismos que lleva el agua en suspensión. Su presencia es indicio de plancton de dimensiones adecuadas **(Margalef, 1955)**. En el Río Huaytire se encontraron

organismos filtradores como: Daphnia (pulga de agua), quironómidos, simúlidos y copépodos.

Las larvas de simúlidos se valen de las largas sedas de sus piezas bucales; las de tricópteros tienden redes; estos animales desprovistos de órganos para hacer circular el agua, están confinados a las aguas que circulan. Los animales filtradores tienen interés también por aglutinar en sus excrementos partículas (orgánicas o inorgánicas) que antes estaban sueltas; de esta manera clarifican el agua y favorecen la sedimentación **(Margalef, 1955)**.

Roldan (1988) considera que es de importancia anotar, que no es la presencia de un solo individuo, sino la proporción en que este se encuentre representado en la comunidad, lo que tiene valor en la evaluación de la calidad del agua. Así también que el aumento del caudal de los ríos en época de lluvia, provoca el movimiento de sedimentos y otros materiales en el sustrato (orillas) que hacen difícil el asentamiento de los macroinvertebrados, lo cual tiende a disminuir la diversidad. Esto se tuvo concordancia con la presente investigación, ya que en época de

lluvia la abundancia de macroinvertebrados fue mínima (76 individuos en el mes de enero) (Ver Figura N° 37).

Cuando los parámetros son críticos los organismos sensibles mueren y su lugar es ocupado por los organismos tolerantes (**Alba-Tercedor, 1996**). 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.

El Índice Biótico de Familias (IBF) considera la abundancia y la tolerancia de las familias de macroinvertebrados bentónicos. La calidad del agua estimada con el IBF en los meses evaluados se dispuso en grupos con agua de calidad excelente en el mes de marzo, aceptable en el mes de febrero, dudosa en los meses de abril y mayo y finalmente de relativamente mala en los meses de diciembre y enero (Ver Figura N° 39). Esto se debió a la baja abundancia del bentos en época de lluvia.

Según Margalef, para los peces en general, conviene un pH de 7 a 8,5, aunque toleran valores más bajos.

La diversidad de los ríos de la sierra está estrechamente relacionada con la altitud y la temperatura, además de la pendiente y la velocidad de la corriente para lo cual los peces han desarrollado adaptaciones especiales (**Lowe-McConnell, 1987; Halffter, 1998**). Hay presencia de endemismos en las diversas cuencas. Los géneros más representativos, debido a su amplia distribución en esta región (desde los 4000 msnm) y su endemismo, son los géneros (grupos taxonómicos) ya citados para las zonas andinas, *Orestias*, *Astroblepus* (*Astroblepidae*) y *Trichomycterus* (*Trichomycteridae*), con 40, 16 y 15 especies respectivamente. Estas especies están cada vez más mermadas en los cuerpos de agua debido a la presencia de especies introducidas, las cuales compiten con las especies nativas por alimento, hábitats y/o son depredadas por las especies foráneas; tal es el caso de la “trucha arco iris” (*Oncorhynchus mykiss*) distribuida en casi todos los ríos y lagunas altoandinas del país, y el “pejerrey argentino” (*Basilichthys bonariensis*) distribuido específicamente para el Titicaca y la laguna Pomacochas (en el departamento de Amazonas).

El género *Orestias* está asociado a aguas con poco movimiento, lagos o ríos afluentes. Se lo encontró en pequeñas cuerpos de agua que forman al río Huaytire propiamente dicho, lo cual concordó con la

bibliografía consultada. Los mayores reportes para este género provienen de cuerpos lénticos (ecosistemas acuáticos de aguas de escaso o nulo movimiento como es el caso de los lagos y lagunas como lo es el Lago Titicaca). El salvelino (*Salvelinus fontinalis*) está asociado a aguas corrientes, frías y bien oxigenadas. Se lo encontró en aguas claras, rápidos y remansos del Río Huaytire.

V. CONCLUSIONES

- Se evaluó la comunidad de microalgas perifíticas (162 taxa), encontrando como comunidad dominante a las Bacillariophyta con 116 taxa. Es el principal grupo que sostiene la productividad primaria, así mismo son el recurso alimenticio de mayor importancia para la biota del bentos.
- Se evaluó la comunidad de macroinvertebrados bentónicos. Se identificó un total de 19 taxones distribuidos en cinco Phyla, nueve clases, 13 órdenes y 17 familias. El Phylum Arthropoda fue el más dominante albergando al 94,8% de la biota béntica.
- Se determinó la fauna íctica del Río Huaytire, identificándose 2 taxa incluidos en dos familias y dos órdenes: Cyprinodontiformes y Salmoniformes. El género *Orestias* se ubicó en el nacimiento del río, en cambio *Salvelinus fontinalis* se ubicó en aguas rápidas del río.
- Se determinaron los parámetros limnológicos del Río Huaytire. La presencia de 4 grupos funcionales, indican que las condiciones del

medio presentan factores fisicoquímicos que favorecen el desarrollo de estos organismos productores.

- Los parámetros fisicoquímicos que estuvieron correlacionados significativamente con las comunidades bióticas encontradas fueron: la conductividad, los sólidos totales disueltos, el oxígeno disuelto, el pH y la temperatura. Cualquier cambio brusco en estos parámetros, podrían afectar a estos organismos.
- Se evaluó la calidad del agua del río. Según el IDG, el 50% corresponde a polución media y el otro 50% presenta polución moderada. Según el IBF, los meses de diciembre y enero presentan un agua relativamente mala, en el mes de febrero una calidad aceptable, en marzo una calidad excelente y en los meses de abril y mayo una calidad dudosa.
- Se ha llegado a la conclusión que no solamente la contaminación antrópica influye en la distribución y crecimiento de las especies, sino que también se debe considerar los factores climáticos, geográficos y simbióticos que alteran una comunidad.

VI. RECOMENDACIONES

- Se deben conservar los ambientes acuáticos junto con las especies de las diferentes comunidades biológicas (microorganismos del perifiton, macroinvertebrados del bentos, vertebrados del necton como peces, entre otros) para mantener sus condiciones naturales y así poder tener garantizados usos múltiples, como: el abastecimiento de agua, la generación de energía eléctrica, la producción de alimentos para el hombre y los animales, la investigación, entre otros. Es por ello que las aguas tienen una necesidad cada vez más urgente de ser restauradas y preservadas.
- Además, que con la finalidad de preservar los bofedales de Huaytire y toda la fauna que de éste río dependen (ecosistema), es importante no contaminar sus aguas.
- Finalmente, se debe considerar el monitoreo e investigación permanente no sólo de éste río, sino también de otras cabeceras de cuencas de vital importancia para nuestra región.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ACLETO, C y R. A., ZUÑIGA. 1998.** Introducción a las algas. Editorial Escuela Nueva S.A. Lima – Perú.
2. **ALBA-TERCEDOR, J. 1996.** Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *IV SIAGA*, 2: 203-213.
3. **ALLAN, J.D. 1995.** Stream ecology. Chapman & Hall, London. 388 p.
4. **APHA. 1989.** Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, 20a Ed. Washington D.C.
5. **ARTHUR, R. M., 1984.** Discussion of measurement and validity of oxygen uptake rate as an activated sludge process control parameter. *Journal WPCF*. Vol 56: 111.
6. **AUSDEN, M. 1996.** In: Sutherland, W. *Ecological Census Techniques a handbook*. Cambridge University Press. 139-177.

- 7. BARBOUR, M., GERRITSEN, J., ZINDER, B. & STRIBLING, J. 1999.** Rapid Bio assessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish. 2da. edición. EPA 841-B41-99. U.S. Environmental Protection Agency. Office of Water. Washington, D.C. 34 pp.
- 8. BARTHEM, R. 2003.** Ecología acuática del río Madre de Dios. Bases científicas para la conservación de cabeceras andino-amazónicas. Editorial Wust. Lima – Perú.
- 9. BOURRELY, P. 1972.** Les algues d' eau douce. Tomes I-III. Ed. Boubee. Paris.
- 10. BRANCO, S. M. 1984.** Limnología sanitaria, estudio de la polución de aguas continentales. Ser. Biol. Monografía. 28, OEA.
- 11. BOUCHARD R. W. 2004.** Guide to aquatic macro invertebrates of the Upper Midwest. Water Resources Center. University of Minnesota. St. Paul, MN, 208 pp.

- 12. CADIMA, M. E. FERNÁNDEZ y L. LÓPEZ. 2005.** Algas de Bolivia con énfasis en el Fitoplancton: Importancia, Ecología, Aplicaciones y Distribución de Géneros. Editorial: Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño. Santa Cruz, Bolivia. 396 p.
- 13. CASTRO, M. 1993.** Relaciones entre Diversas Comunidades de Protozoos Ciliados y la Caracterización Biológica del Agua. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Biológicas. Madrid, España. 363 p. Fecha de acceso: 27-11-10.
- 14. CHANDRA, S. 1987.** Evaluation of oxygen uptake rate as an activated sludge process control parameter. Journal WPCF, Vol. 59, Nº.12: 1009-10016.
- 15. CSIRO. 1970.** The Insects of Australia. Commonwealth scientific and industrial research organization (CSIRO). The Division of Entomology. Melbourne University Press. Canberra (Australia).1029 pp.
- 16. DANG, J.S. 1989.** Evaluation of biodegradation kinetics with respirometric data. Research Journal WPCF, Vol. 61, No.11/12: 1711-1721.

17. DELL'UOMO, A. 2004. L'indice Diatomico di Eutrofizzazione/Polluzione (epi-d) nel Monitoraggio delle acque Correnti: Linee Guida. ED.

18. DOMÍNGUEZ E.; HUBBARD M. D. y PETERS W. L. 1992. Clave para ninfas y adultos de las familias y géneros de Ephemeroptera (Insecta) sudamericanos. Biología Acuática N° 16. Instituto de limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet" (UNLP-CONICET). La Plata. Argentina.

19. DONATO, R.; L. GONZÁLEZ, G. y RODRÍGUEZ M. 1996. Ecología de dos sistemas acuáticos de Páramo. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Alvarez Lleras N° 9. Santa Fé de Bogotá, Colombia. 132 p.

20. ELLIOTT, JM. 1994. Quantitative ecology and the brown trout. Oxford University Press, Oxford.

21. FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES (FCEyN). 2005. Universidad de Buenos Aires (UBA). Centro de Divulgación Científica. Noticias breves de la FCEyN. Fecha de acceso: 27-11-10.

22.FERNÁNDEZ H. R. y DOMÍNGUEZ E. 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Tucumán – Argentina. 282 pp.

23.FERREIRA, R. ET AL. 2006. River Flow. Editorial Taylor & Francis. Londres – UK.

24.FISHBASE, 2006. *Salvelinus fontinalis*, Brook trout. FishBase World Wide
Web.URL:www.fishbase.org/Summary/speciesSummary.php?ID=246&genusname=Salvelinus&speciesname=fontinalis. Publicación electrónica. Fecha de acceso 27-11-10.

25.GERY, J. 1977. Characoids of the world. T.F.H. Publications, Inc. Ltd. USA. 672 p.

26.GOBIERNO REGIONAL DE TACNA (GRT). 2006. Proyecto de Zonificación Económica y Ecológica de Tacna. Boletín Regional. Tacna. 5-145 p.

27. GONZALEZ, A. 1988. El Plancton de las aguas continentales. OEA. Caracas, Venezuela. 20 – 73 p.

28. GUTIÉRREZ, A. 2003. Análisis limnológico e ictiofaunístico del embalse Zimapán, Querpetaro. Tesis Doctoral en Recursos Bióticos. Universidad Autónoma de Querétaro, México.

29. HALFFTER, G. 1998. La Diversidad Biológica en Iberoamérica III. México. Instituto de Ecología, A.C., Volumen Especial, Acta Zoológica mexicana, nueva serie, 223 pp.

30. HALLEGRAEF, G. 1992. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase. *Phycology* 32 (2): 79-99.

31. HAMMER O.; HARPER D.A.T. & RYAN P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontología Electrónica* 4(1): 9pp. URL: http://palaeoelectronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.

- 32. HILSENHOFF, W.L. 1998.** Rapid field assesment of organic pollution with a familiy level biotic index. Journal of the North American Benthological Society 7:65-68.
- 33. HUANG, J. Y. C. 1984.** Measurement and new applications of oxygen uptake rates in activated sludge process. Journal WPCF, Vol. 56: 259.
- 34. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. 1997.** Conociendo Tacna: Directorio Departamental de Centros Poblados. Ed. Otdeti. Lima – Perú. 34-56 p.
- 35. JACOBSEN, D.; SCHULTZ, R. & ENCALADA, A. 1997.** Structure and diversity of stream macroinvertebrates assemblages: the effect of temperature with altitude and latitude. Freshwater Biology 38, 247 – 261.
- 36. JACOBSEN, D.; ROSTGAARD S. & VÁSCONEZ J.J. 2003.** Are macroinvertebrates in high altitude streams affected by oxygen deficiency? Freshwater Biology 48: 2025-2032. Fecha de acceso: 27-11-10.

37. JACOBSEN, D. 2004. Contrasting patterns in local and zonal family richness of stream invertebrates along an Andean altitudinal gradient. *Freshwater Biology* 49: 1293-1305.

38. JACOBSEN, D. 2008. Tropical high-altitude streams. Chapter 8. In: Dudgeon D. (ed) *Aquatic Ecosystems: Tropical Stream Ecology*. Elsevier Science. pp 219-256.

39. JAIRO, J. 2000. Fitoplancton de Agua Dulce. ED. Universidad de Antioquia. Colombia. 44 – 141.

40. JANSSON, K. 2008. NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Salvelinus fontinalis*. De: Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species – NOBANIS. URL: www.nobanis.org. Fecha de acceso: 27-11-10.

41. JOSEFSSON, M. 2007. DAISIE – Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe – *Salvelinus fontinalis*. De Online Database of Europe. URL: www.europe-aliens.org/pdf/Salvelinus_fontinalis.pdf. Fecha de acceso: 27-11-10.

- 42. KRAMMER K, LANGE-BERTALOT H. 1986.** Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. Süßwasserflora Von Mitteleuropa. Gustav Fischer Verlag Stuttgart. Jena, Germany.
- 43. LENNAT, D. 1993.** Use of Benthic Macroinvertebrates as indicators of environmental quality. In Biological Monitoring for Environmental Effects. Ed. D. L. Worf. Heath, Lexington, MA. : 97- 112.
- 44. LOPRETTO, E. y G. TELL. 1995.** Ecosistemas de Aguas Continentales. Tomo III. Ediciones Sur. La Plata, Argentina. 1401 pp.
- 45. LOWE-MAC CONNELL, R. 1987.** Ecological studies in tropical fish communities. Cambridge University Press.
- 46. MAGURRAN A. E. 1988.** Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey. 179 pp.
- 47. MALDONADO-OCAMPO, J.A.; ORTEGA-LARA, A.; USMA, J.S.; GALVIS, G.; VILLA-NAVARRO, F.A.; VASQUEZ, L.; PRADA-PEDREROS, S. & RODRIGUEZ, C.A. 2005.** Peces de los Andes de

Colombia: guía de campo. Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humbolt. Bogotá, D.C. Colombia. 346 p.

48. MAIDANA, N. y DÍAZ V. 2001. Diatomeas en lagos oligotróficos andinos (provincia de Neuquen, Argentina). Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 36 (1-2): 15-27.

49. MANDAVILLE, S.M. 2002. Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters-Taxa Tolerance Values, Metrics, and Protocols. Project H-1, Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax. xviii, 48p., Appendices A-B. 120p.

50. MARGALEF, R. 1955. Los organismos indicadores en la limnología. Biología de las aguas continentales XII. Ministerio de Agricultura. Madrid, España, 300 p.

51. MARGALEF, R. 1983. Limnología. Editorial Omega S.A., Barcelona, España, 2^{da} edición. 553 p.

52. MARGALEF, R. 1991. Ecología. Editorial Omega S.A. Barcelona, España.

53. MARTÍNEZ, L. 2003. Efectos del Caudal sobre la Colonización de algas en un Río de alta Montaña Tropical (Boyaca) Colombia. Rev. Caldasia 25(2).

54. MUNNÉ, A. & PRAT, N. (2002). Regionalització del sistema fluvial a les Conques Internes de Catalunya. Aplicació de la Directiva marc en política d'aigües de la Unió Europea. *Documents tècnics del'Agència Catalana de l'Aigua*. 92 pp.

55. MORENO, CL. 2001. Manual para Evaluación de la Biodiversidad en Reservas de la Biosfera: Manuales y Tesis SEA 2 ED.GORFL, S.A. Madrid, España. 1-110.

56. NAEEM S. ET AL. 1999. Plant neighborhood diversity and production. *Ecoscience* 6:355–365.

57. NEEDHAM, J. 1982. Guía para el estudio de los seres vivos de las aguas dulces. Editorial Reverté S.A. Barcelona, España. 1-127.

58. PAGE, LM. & BURR, BM. 1991. A field guide to freshwater fishes of North America north of Mexico. Houghton Mifflin Company, Boston. (p. 48).

59. PALM, J.C. 1980. Relationship between organic loading, dissolving oxygen concentration and sludge settleability in the completely-mixed activated sludge process. Journal WPCF, Vol.52: 2484-2506.

60. PARENTI, L. R. 1984. A taxonomic revision of the Andean killifish genus *Orestias* (Cyprinodontiformes, Cyprinodontidae). Bulletin of the American Museum of Natural History v. 178 (art. 2): 107-214.

61. PARRA, O.O. y C.E.M. BICUDO. 1995. Introducción a la Biología y Sistemática de las Algas de Aguas Continentales. Editorial Talleres de Gráfica Andes Ltda. Santiago, Chile. 268 p.

62. PATRICK, R. & C. W. REIMER 1966. The diatoms of the United States, exclusive of Alaska and Hawaii, Volume 1-Fragilariaceae, Eunotiaceae, Achnanthaceae, Naviculaceae. Academy of Natural Sciences of Philadelphia Monograph No. 13, 688 pp.

- 63. PEINADOR, M. 1999.** Las cianobacterias como indicadores de contaminación orgánica. Rev. Biol. Trop. 50: 11-14.
- 64. PRYGIEL, J. & COSTE, M. 1999.** Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées. Agence de l'Eau Artois-Picardie CEMAGREF.
- 65. RIVERA-RONDÓN y DÍAZ. 2004.** Ecología de un río de montaña de los andes colombianos (Río Tota - Boyacá). Editorial Proceditor. Bogotá – Colombia.
- 66. ROLDÁN G., 1988.** Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia, Fondo FEN- Colombia, Conciencias- Universidad de Antioquia, Santa fe de Bogotá, ed. Presencia Ltda., 217 p.
- 67. ROLDÁN, G. 1999.** Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia. Uso del Método BMWP/Col. Ed Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 170pp.

- 68. ROLDÁN – PEREZ. 2004.** Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP-Col. Univ. Antioquia ed. 170 p.
- 69. ROS, M.; TOMAN, M. & DULAR, M. 1988.** The effect of lack of oxygen on the Biocenosis of the activated sludge in a closed system. Z. Wasser – Abwasser - Forsch. 21: 104-107.
- 70. RUMRICH, U.; LANGE-BERTALOT H. & RUMRICH, M. 2000.** Diatomeen der Anden - von Venezuela bis Patagonien/Feuerland. – Iconographia Diatomologica 9: 1-649.
- 71. SAMPOL, P., 1989.** Influencia de la distribución del oxígeno disuelto en el rendimiento de la depuración del agua residual. Tecnología del Agua. Vol 60: 25-29.
- 72. SPRINGER M. 2006.** Clave taxonómica para larvas de las familias del orden Trichoptera (Insecta) de Costa Rica. Rev. Biol. Trop., 54(1): 273-286.
- 73. STREBLE, H. y KRAUTER, D. 1987.** Atlas de los Microorganismos de Agua Dulce. Ediciones Omega. Barcelona, España.

- 74. SURUCU, G. & CETIN, F.D. 1990.** Effects of temperature, pH and D.O. concentration on settleability of activated sludge. *Environmental Technology*, Vol.11: 205-212.
- 75. VARI, R. P. & A. S. HAROLD. 2001.** Phylogenetic study of the neotropical fish genera *Creagrutus* Günther and *Piabina* Reinhardt (Teleostei: Ostariophysi: Characiformes), with revision of the Cis-Andean species. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 613: 1-239.
- 76. VILLWOCK, W. 1983.** El Género *Orestias* y su Evolución en el Altiplano del Perú y Bolivia. Informe Final IX Claz Perú. Noveno Congreso Latinoamericano de Zoología. Arequipa, Perú.
- 77. WETZEL, R. G. 1981.** Limnología. Ediciones Omega S.A. Barcelona, España. 679 p.

**ANEXO N° 2. GALERIA DE FOTOS DEL PERIFITON DEL RÍO
HUAYTIRE**

DIATOMEAS



Fotografía N°1. *Achnantes minutissima*



Fotografía N°2. *Nitzschia sp*



Fotografía N°3. *Encyonema sp*



Fotografía N°4. *Gomphonema truncatum*



Fotografía N°5. *Gomphonema clavatum*



Fotografía N°6. *Neidium hitchcockii*



Fotografía N°7. *Surirella angusta*



Fotografía N°8. *Luticola incoacta*



Fotografía N°9. *Rhopalodia sp* (vista valvar)



Fotografía N°10. *Rhopalodia sp* (vista singular)



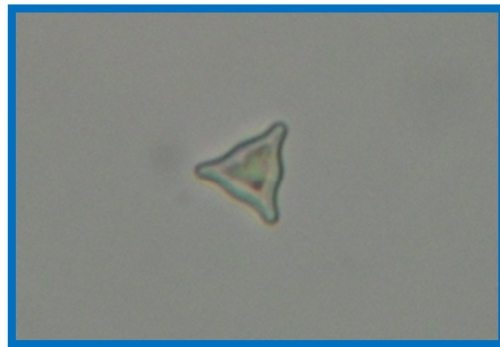
Fotografía N°11. *Caloneis sp*



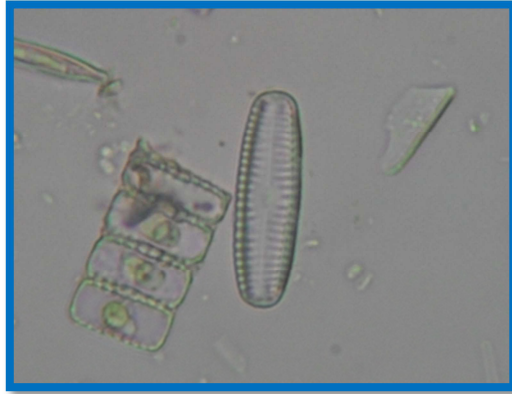
Fotografía N° 12. *Fragilaria acus*



Fotografía N° 13. *Epithemia adnata*



Fotografía N° 14. *Staurosira laucensis* var. *vulpina*

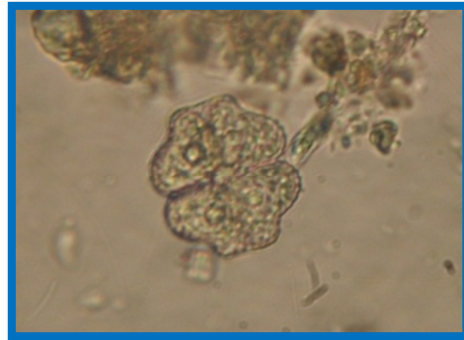


Fotografía N° 15. *Pinnularia* sp



Fotografía N° 16. *Frustulia* sp

ALGAS VERDES



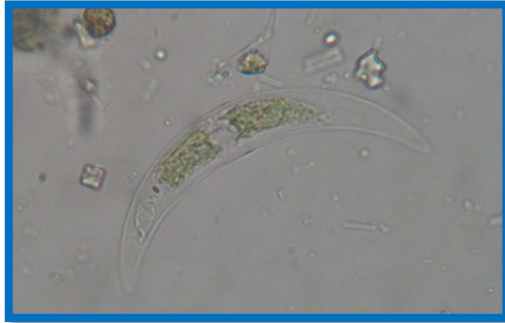
Fotografía N°17. *Cosmarium sp 1*



Fotografía N°18. *Cosmarium sp 2*



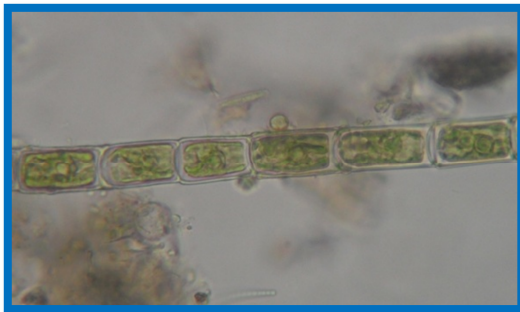
Fotografía N°19. *Scenedesmus sp*



Fotografía N°20. *Closterium sp*



Fotografía N°21. *Zygnema sp*

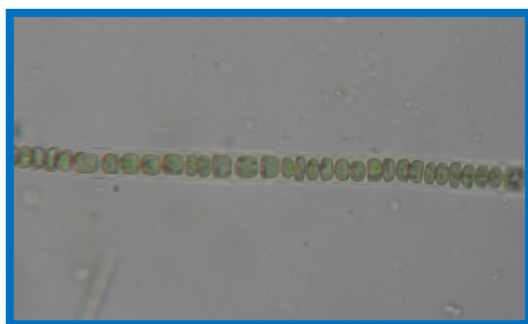


Fotografía N°22. *Oedogonium sp*

CIANOBACTERIAS



Fotografía N°23. *Anabaena sp*



Fotografía N°24. *Nodularia sp*

EUGLENOFITAS



Fotografía N°25. *Trachelomonas sp*

**ANEXO Nº 3. GALERIA DE FOTOS DE MACROINVERTEBRADOS
BENTÓNICOS DEL RÍO HUAYTIRE**



**Fotografía Nº 26. Familia Hyalellidae
(adulto)**



**Fotografía Nº 27. Familia Corixidae
(adulto)**



Fotografía N° 28. Familia Elmidae (larva)



Fotografía N° 29. Familia Elmidae (adulto)



Fotografía N° 30. Familia Chironomidae (larva)



Fotografía N° 31. Familia Simuliidae (larva)



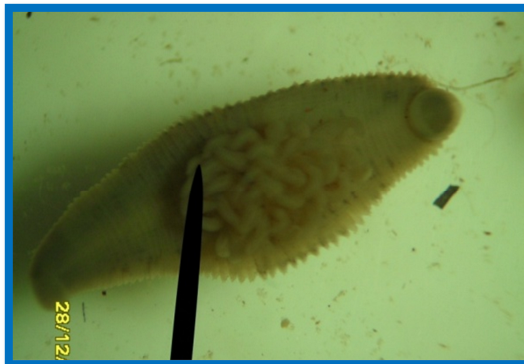
Fotografía N° 32. Familia Simuliidae (pupa)



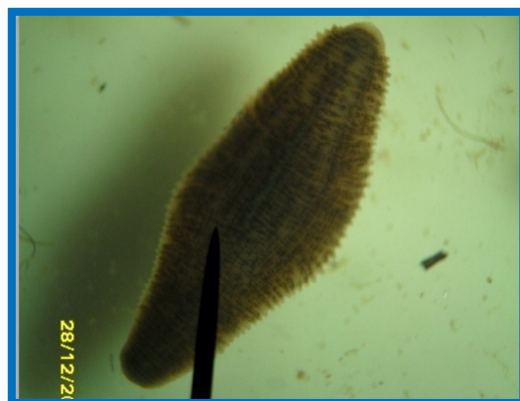
Fotografía N° 33. Familia Daphniidae (adulto)



Fotografía N° 34. Familia Diaptomidae (adulto)



Fotografía N° 35. Familia Glossiphoniidae (v. ventral)



Fotografía N° 36. Familia Glossiphoniidae (v. dorsal)



Fotografía N° 37. Familia Empididae (larva)



Fotografía N° 38. Familia Baetidae (ninfa)



Fotografía N° 39. Familia Baetidae (v. lateral)



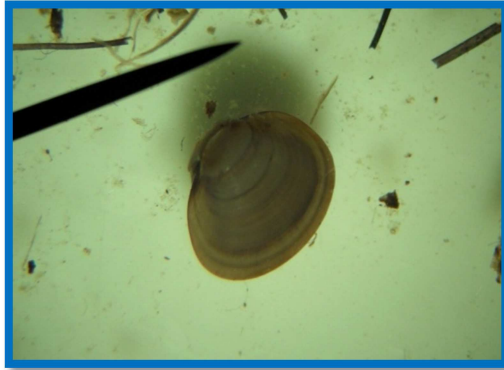
Fotografía N° 40. Familia Gripopterygidae (ninfa)



Fotografía N° 41. Familia Hydrobiosidae (larva y estuche)



Fotografía N° 42. Familia Hydroptilidae (larva y estuche)



Fotografía N° 43. Familia Sphaeriidae



Fotografía N° 44. Familia Hydrachnidae (adulto)



Fotografía N° 45. Subclase Oligochaeta (adulto)



Fotografía N° 46. Familia Planariidae



**Fotografía N° 47. Phylum Cnidaria
(vista lateral y corte transversal)**

ANEXO N°4 GALERÍA DE FOTOS DEL NECTON DEL RÍO HUAY TIRE



**Fotografía N° 48. *Salvelinus fontinalis*
(juvenil)**



**Fotografía N° 49. *Salvelinus fontinalis*
(juvenil)**



**Fotografía N° 50. *Salvelinus fontinalis*
(adulto)**



Fotografía N° 51. *Orestias* sp

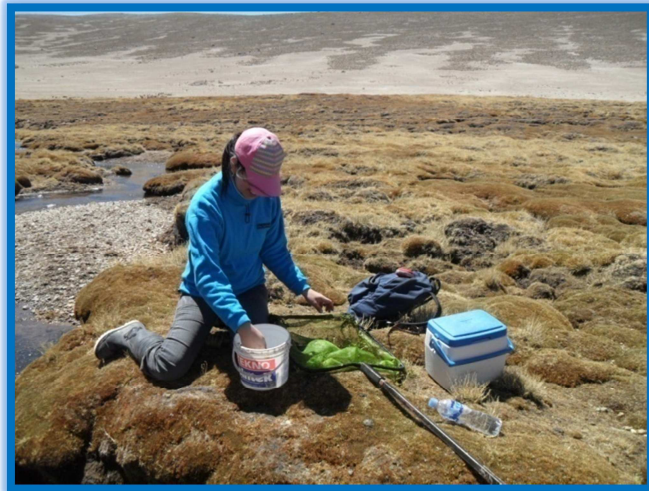
ANEXO N°5. GALERÍA DE FOTOS DEL RÍO HUAYTIRE



Fotografía N° 52. Inicio del Río Huaytire



Fotografía N° 53. Río Huaytire



Fotografía N° 54. Muestreo del necton



Fotografía N° 55. Ojo de agua (afluente del Río)

ANEXO Nº 6. Taxa de los Andes la cual no existe en la lista de diatomeas de Europa Central (Lange-Bertalot, 1996; citado en Rumrich, 2000).

<i>Encyonema rumrichae</i>
<i>Encyonema silesiacum</i> var. <i>altensis</i>
<i>Fragilaria santaremensis</i>
<i>Frankophila similioides</i>
<i>Gomphonema punae</i>
<i>Gomphonema scharfii</i>
<i>Luticola incoacta</i>
<i>Luticola incoactoides</i>
<i>Luticola mollis</i>
<i>Navicula ingapirca</i>
<i>Navicula veneta</i>
<i>Naviculadicta chilensis</i>
<i>Pinnularia araucanensis</i>
<i>Pinnularia interrupta</i> var. <i>joculata</i>
<i>Pinnularia spinosissima</i>
<i>Planothidium infrequens</i>
<i>Planothidium minutisimum</i>
<i>Stauroneis punensis</i>
<i>Staurosira altiplanensis</i>
<i>Staurosira laucensis</i> var. <i>laucensis</i>
<i>Staurosira laucensis</i> var. <i>vulpina</i>
<i>Staurosira microstriata</i>
<i>Veigaludwigia urbana</i>

ANEXO N° 7. REPORTE DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS

Ubicación: Rio Huaytire – Zona Baja (colindante a dicha comunidad).

Fecha: 06 de Diciembre del 2009.

Resultados Bacteriológicos:

Parámetro	Unidad	Punto 01 (antes del puente)	Punto 02 (después del puente)
Bacterias Heterótrofas	UFC/ml	Confluido	Confluido
Coliformes Termotolerantes	NCF/100 ml	5	10
Coliformes Totales	NC/100 ml	158	175

Resultados Fisico-químicos:

Parámetro	Unidad	Punto 01 (antes del puente)	Punto 02 (después del puente)
Turbidez	NTU	1,56	2,30
pH	und	8	7,34
OD	mg/L	7,3	6,6
Conductividad	μS/cm	134,8	126,3
Nitratos	mg/L	0,5	0,5

Nota: Ambiente acuático conservado. Según norma ECA: D.S. N° 002-2008 – MINAM.

ANEXO Nº 8. REPORTE DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS

Ubicación: Red de abastecimiento (Comunidad de Huaytire).

Fecha: 01 de febrero del 2010.

Resultados Bacteriológicos:

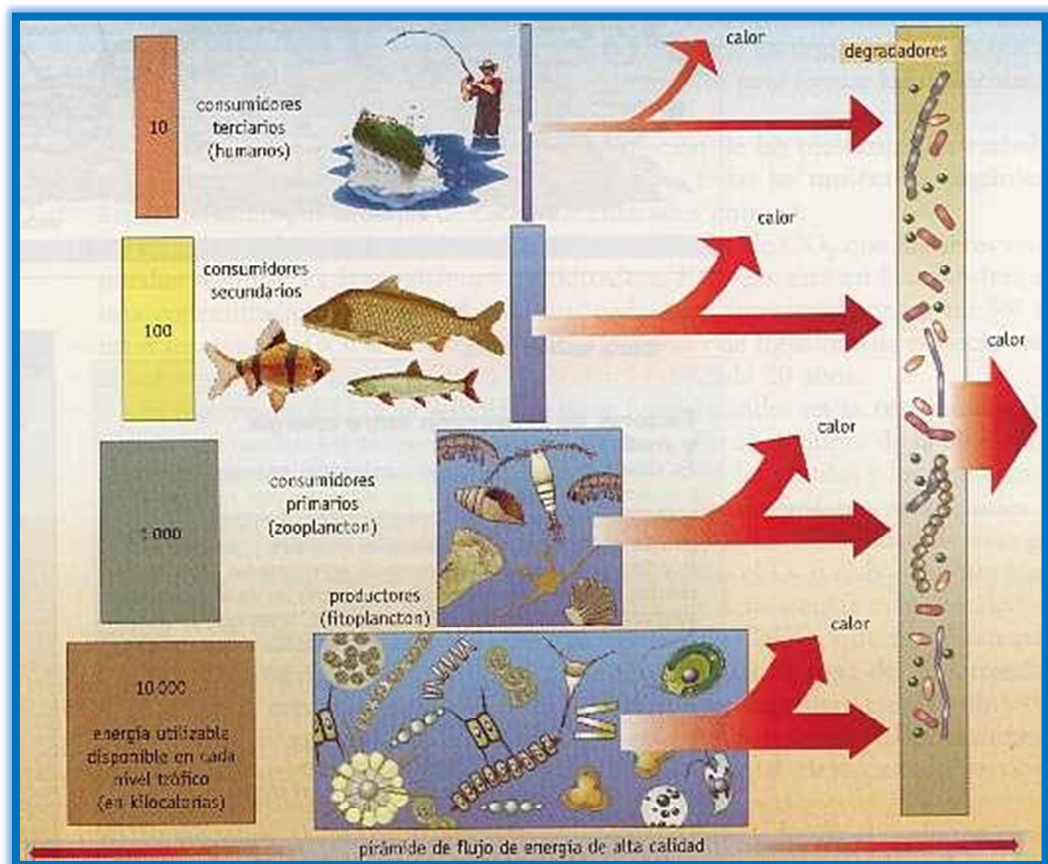
Parámetro	Unidad	Muestra 01	Muestra 02
Coliformes Termotolerantes	NCF/100 ml	<1,8 (ausencia)	<1,8 (ausencia)
Coliformes Totales	UFC/100 ml	72	3

Resultados Físico-químicos:

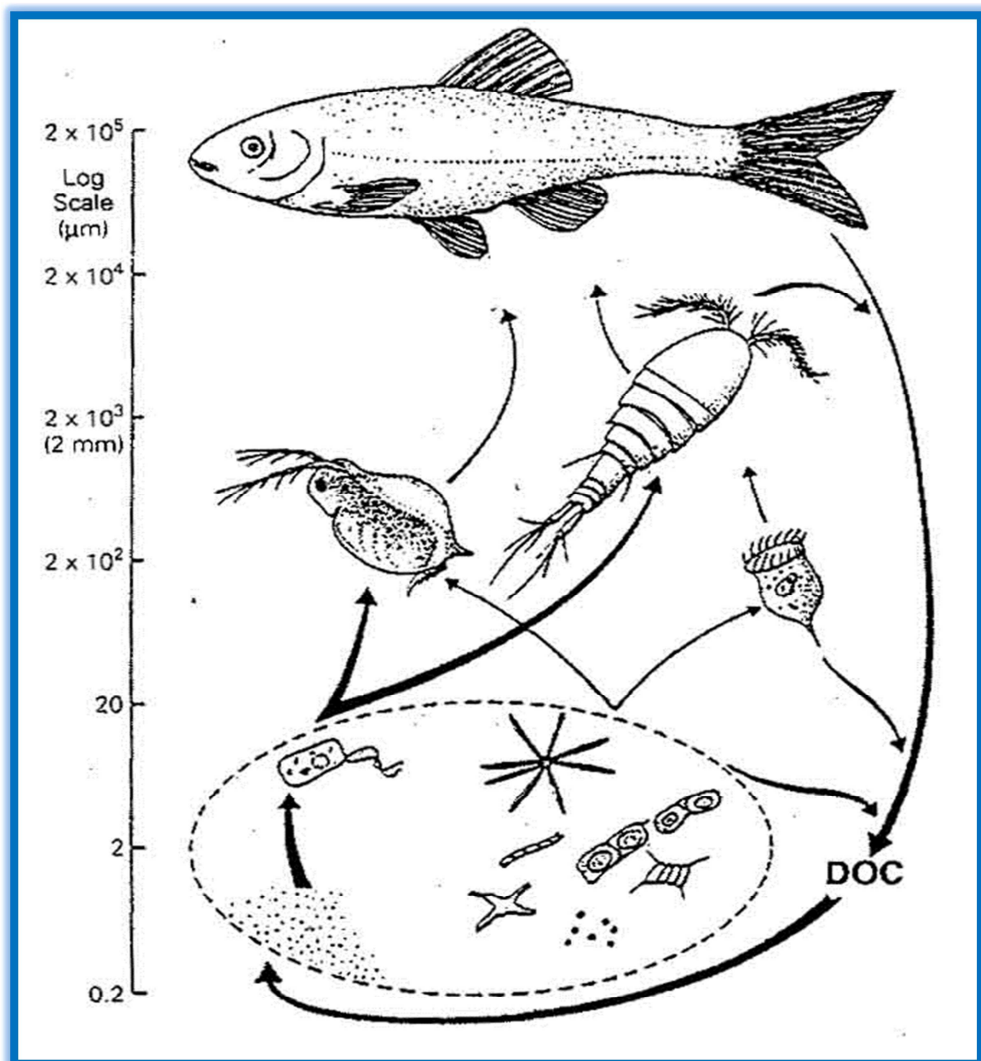
Parámetro	Unidad	Muestra 01	Muestra 02
pH	und	7,59	7,49
STD	mg/L	50	50
Conductividad	µS/cm	100	100
Temperatura	°C	12,8	11,5

Nota: Aguas tipo A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con métodos convencionales. Según norma ECA: D.S. Nº 002- 2008 – MINAM.

Anexo Nº 9. RED TRÓFICA



Anexo Nº 10. CADENA TROFICA CLÁSICA Y MICROBIANA



**ANEXO N° 11. PROMEDIO MENSUAL DE LAS COMUNIDADES
DEL PERIFITON EN EL RÍO HUAYTIRE**

DIVISIÓN	ESPECIE	CUANTIFICACIÓN DE COMUNIDADES PERIFÍTICAS (cél/mL)					
		DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
BACILLARIOPHYTA	<i>Achnanthes minutisima</i>	28	40	12	67	24	12
	<i>Achnanthes sp1</i>	34	4	12	4	3	0
	<i>Achnanthes subatomoides</i>	32	4	4	0	3	0
	<i>Aulacoseira sp</i>	1740	7640	4108	957	394	916
	<i>Amphora sp</i>	12	8	20	27	10	20
	<i>Caloneis bacillum</i>	32	96	36	69	68	100
	<i>Caloneis incognita</i>	4	0	0	4	0	0
	<i>Caloneis sp1</i>	4	12	8	40	0	4
	<i>Caloneis sp2</i>	0	0	4	0	4	4
	<i>Cavinula pseudocutiformis</i>	36	0	4	44	3	12
	<i>Cocconeis placentula</i>	158	76	52	87	120	132
	<i>Cocconeis sp1</i>	4	16	12	10	21	0
	<i>Cyclotella sp</i>	0	68	12	30	23	0
	<i>Cymbella amphicephala</i>	0	0	0	8	0	0
	<i>Cymbella cystula</i>	0	0	0	0	4	0
	<i>Cymbella lanceolata</i>	0	0	4	5	3	4
	<i>Cymbella sp1</i>	36	4	4	4	19	4
	<i>Denticula sp</i>	6	0	4	4	0	4
	<i>Diatoma mesodon</i>	16	0	4	11	0	80
	<i>Diatoma vulgare</i>	8	0	0	0	0	0
	<i>Diploneis sp</i>	0	0	0	4	0	0
	<i>Encyonema minutum</i>	52	0	4	36	78	84
	<i>Encyonema rumrichae</i>	0	0	0	0	12	8
	<i>Encyonema silesiacum</i>	2	4	4	0	0	0
	<i>Encyonema silesiacum var. altensis</i>	18	8	4	27	12	8
	<i>Encyonema sp1</i>	10	36	28	25	46	84
	<i>Epithemia adnata</i>	16	12	8	4	0	8
	<i>Eunotia arcus</i>	12	4	4	7	3	0
	<i>Eunotia bilunaris</i>	0	0	0	0	0	4
	<i>Eunotia minor</i>	8	0	4	0	0	0
<i>Eunotia pectinalis</i>	0	0	0	5	0	0	

<i>Eunotia sp1</i>	12	12	4	25	0	8
<i>Eunotia sp2</i>	0	0	0	0	4	0
<i>Eunotia sp3</i>	0	4	0	0	0	0
<i>Eunotia tenella</i>	6	20	8	27	0	0
<i>Fragilaria acus</i>	278	36	28	49	587	448
<i>Fragilaria angustisima</i>	0	0	0	12	0	4
<i>Fragilaria capucina</i>	108	8	36	75	58	52
<i>Fragilaria capucina var. vaucheriae</i>	106	20	16	7	9	4
<i>Fragilaria mazamaensis</i>	0	0	0	0	0	8
<i>Fragilaria parasitica</i>	4	0	0	3	0	0
<i>Fragilaria pinnata</i>	134	0	0	0	0	0
<i>Fragilaria pulchella</i>	0	4	4	0	10	0
<i>Fragilaria santaremensis</i>	0	0	4	4	0	0
<i>Fragilaria sp1</i>	12	240	120	37	30	0
<i>Fragilaria sp2</i>	132	184	112	43	3	0
<i>Fragilaria sp3</i>	0	0	4	48	0	0
<i>Fragilaria tenera</i>	0	0	4	0	13	0
<i>Fragilaria ulna</i>	62	0	20	293	93	84
<i>Frankophila similioides</i>	16	12	4	13	7	0
<i>Frustulia sp</i>	18	12	12	13	4	0
<i>Gomphonema clavatum</i>	6	0	4	0	0	0
<i>Gomphonema parvulum</i>	50	0	8	79	75	28
<i>Gomphonema punae</i>	10	4	20	46	9	24
<i>Gomphonema scharfii</i>	8	0	4	4	0	0
<i>Gomphonema sp1</i>	34	0	0	55	12	0
<i>Gomphonema sp2</i>	0	0	0	4	3	0
<i>Gomphonema subclavatum</i>	6	0	0	8	3	0
<i>Gomphonema truncatum</i>	2	12	0	0	0	0
<i>Hantzschia amphioxys</i>	2	0	4	15	11	12
<i>Hipodonta</i>	0	8	4	4	0	0
<i>Luticola incoacta</i>	0	8	0	0	8	8
<i>Luticola incoactoides</i>	0	0	4	0	0	4
<i>Luticola mollis</i>	4	0	0	4	0	0
<i>Luticola nivalis</i>	2	0	4	7	0	0
<i>Navicula gregaria</i>	76	40	56	156	309	204
<i>Navicula ingapirca</i>	220	76	132	54	33	88
<i>Navicula sp1</i>	10	8	8	15	10	8

<i>Navicula praeterita</i>	48	8	20	0	15	120
<i>Navicula veneta</i>	12	0	0	3	11	0
<i>Naviculadicta chilensis</i>	4	32	16	6	14	36
<i>Naviculadicta hustedtii</i>	0	0	0	44	0	8
<i>Naviculadicta sp1</i>	0	12	4	0	30	4
<i>Neidium sp1</i>	0	12	4	0	12	28
<i>Neidium hitchcockii</i>	0	4	0	4	0	0
<i>Nitzschia acicularis</i>	52	0	12	16	16	4
<i>Nitzschia linearis</i>	0	0	4	13	3	16
<i>Nitzschia palea</i>	12	12	4	30	32	12
<i>Nitzschia paleacea</i>	4	4	4	7	0	4
<i>Nitzschia pumila</i>	52	8	4	26	121	76
<i>Nitzschia sp1</i>	504	20	160	85	51	60
<i>Nitzschia sp2</i>	92	4	16	21	6	32
<i>Nitzschia sp3</i>	22	12	4	18	15	8
<i>Nitzschia sp4</i>	0	0	0	8	33	4
<i>Nitzschia sp5</i>	0	4	0	8	10	12
<i>Nitzschia subacicularis</i>	12	12	8	8	27	16
<i>Pinnularia araucanensis</i>	0	8	20	15	8	8
<i>Pinnularia borealis</i>	46	28	12	0	12	20
<i>Pinnularia curtispinulosa</i>	16	0	4	19	11	4
<i>Pinnularia divergentissima</i>	0	8	4	0	7	4
<i>Pinnularia dubitabilis var. brevicostata</i>	0	0	4	0	12	0
<i>Pinnularia interrupta var. jocolata</i>	0	0	4	3	0	0
<i>Pinnularia microstauron</i>	0	48	4	3	0	36
<i>Pinnularia spinosissima</i>	0	12	4	4	4	8
<i>Pinnularia sp1</i>	22	24	20	39	15	20
<i>Pinnularia sp2</i>	14	4	8	21	20	4
<i>Pinnularia sp3</i>	0	0	0	0	8	4
<i>Pinnularia rabenhorstii</i>	0	0	0	0	0	4
<i>Pinnularia viridis</i>	0	0	0	38	0	16
<i>Placoneis sp</i>	4	4	4	5	3	0
<i>Planothidium frequentissimum</i>	12	12	16	4	0	12
<i>Planothidium infrequens</i>	0	0	4	9	12	0
<i>Planothidium minutissimum</i>	30	4	16	54	11	8
<i>Rhopalodia sp</i>	2	0	4	15	4	12

	<i>Stauroneis punensis</i>	2	16	4	12	4	4
	<i>Stauroneis gracillior</i>	4	0	0	0	0	0
	<i>Stauroneis sp1</i>	8	20	4	0	0	4
	<i>Staurosira altiplanensis</i>	0	0	0	12	4	0
	<i>Staurosira laucensis var. laucensis</i>	118	724	372	96	244	208
	<i>Staurosira laucensis var. vulpina</i>	50	12	20	41	30	28
	<i>Staurosira microstriata</i>	0	4	8	3	0	0
	<i>Staurosira pseudoconstruens</i>	228	52	16	36	33	36
	<i>Staurosira sp1</i>	0	4	4	9	7	4
	<i>Surirella angusta</i>	0	60	20	0	6	24
	<i>Surirella sp1</i>	30	16	16	17	10	4
	<i>Veigaludwigia urbana</i>	0	4	0	9	0	0
	CYANOPHYTA	<i>Anabaena sp</i>	48	20	16	10	28
<i>Aphanocapsa sp</i>		30	0	4	25	9	4
<i>Calothrix braunii</i>		16	4	4	0	3	0
Especie indeterminada 1		22	0	8	16	0	4
Especie indeterminada 2		6	4	4	5	16	4
<i>Chroococcus sp</i>		20	8	12	0	122	28
<i>Gomphosphaeria aponina</i>		2	8	4	0	4	8
<i>Leptolyngbya sp</i>		0	4	20	72	6	20
<i>Lyngbya sp</i>		22	20	24	20	33	16
<i>Merismopedia sp</i>		0	0	0	5	0	12
<i>Nodularia sp</i>		0	0	0	0	4	0
<i>Oscillatoria limosa</i>		0	0	0	40	0	0
<i>Oscillatoria sp1</i>		36	12	60	265	61	88
<i>Oscillatoria sp2</i>		12	4	52	133	12	4
<i>Oscillatoria sp3</i>		0	0	0	12	3	0
<i>Phormidium sp</i>		20	56	32	0	52	72
<i>Pseudanabaena sp</i>		20	56	36	70	87	40
<i>Spirulina sp</i>	4	0	0	0	16	0	
CHLOROPHYTA	<i>Ankistrodesmus sp1</i>	368	172	80	68	33	48
	<i>Ankistrodesmus sp2</i>	0	0	0	0	58	12
	<i>Ankistrodesmus sp3</i>	0	0	0	10	3	0
	<i>Asterococcus sp</i>	0	0	0	15	4	0
	<i>Closterium sp</i>	4	0	4	5	31	4
	<i>Crucigenia sp</i>	0	0	0	0	3	0

	<i>Cosmarium sp1</i>	0	0	0	30	0	0
	<i>Cosmarium sp2</i>	0	0	0	8	0	0
	<i>Elakatothrix sp</i>	0	4	0	0	0	0
	<i>Euastrum sp</i>	4	0	0	0	0	4
	<i>Hyalotheca sp</i>	0	0	0	10	0	0
	<i>Oedogonium sp</i>	20	4	12	5	14	4
	<i>Pediastrum boryanum</i>	10	0	4	4	0	4
	<i>Pediastrum integrum</i>	0	0	0	0	3	0
	<i>Scenedesmus sp1</i>	42	20	36	55	39	44
	<i>Scenedesmus sp2</i>	0	4	0	0	16	8
	<i>Scenedesmus sp3</i>	0	0	4	0	12	4
	<i>Selenastrum sp</i>	0	0	0	0	19	0
	<i>Spirogyra sp</i>	56	0	16	23	4	4
	<i>Staurastrum sp</i>	2	0	4	0	11	4
	<i>Ulothrix sp</i>	16	8	4	0	11	0
	<i>Zygnema sp</i>	4	0	0	0	7	0
	<i>Westella sp</i>	0	0	0	0	0	16
EUGLENOPHYTA	<i>Anisonema sp</i>	0	0	0	4	4	4
	<i>Euglena sp</i>	4	0	20	29	0	4
	<i>Phacus sp</i>	0	0	0	4	0	4
	<i>Trachelomonas sp</i>	26	4	24	28	0	4
	Especie indeterminada	8	16	4	5	3	0

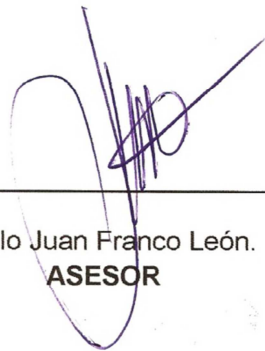
**ANEXO N° 12. PROMEDIO MENSUAL DE LOS
MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS
PRESENTES EN EL RÍO HUAYTIRE.**

TAXA	CUANTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS					
	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Corixidae	18	0	3	10	0	2
Elmidae	24	7	8	68	42	79
Chironomidae	96	47	21	39	113	238
Simuliidae	0	0	7	33	25	35
Empididae	0	1	2	2	5	9
Baetidae	2	1	9	31	128	74
Gripopterygidae	3	0	1	14	7	4
Limnephilidae	1	1	4	9	3	4
Hydrobiosidae	1	0	1	3	2	2
Hydroptilidae	1	0	1	2	3	2
Hyaellidae	25	4	7	12	12	4
Daphniidae	4	3	9	26	0	0
Diaptomidae	0	2	1	43	1	3
Hydrachnidae	2	2	5	10	2	5
Oligochaeta**	39	3	4	2	1	0
Glossiphoniidae	3	1	2	2	0	0
Sphaeriidae	1	3	1	3	0	0
Planariidae	7	1	2	0	0	0
Cnidaria*	3	0	0	0	0	0
TOTAL	230	76	88	309	344	461

Leyenda: *Phylum; **Subclase



Bach. Fabiola Bessy Zavalaga Talledo
TESISTA - AUTOR



Dr. Pablo Juan Franco León.
ASESOR