



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES

RENOVABLES

**“ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA CON LA UTILIZACIÓN DE
BIOINDICADORES ACUÁTICOS Y FORMULACIÓN DE UN PLAN DE
MONITOREO EN CHICAL, PROVINCIA DEL CARCHI”**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

AUTORAS:

Marín Cartagena María Fernanda

Zurita Muños Eliana Verónica

DIRECTOR:

Ing. Jorge Granja

IBARRA, OCTUBRE 2014

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

**“ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA CON LA UTILIZACIÓN DE
BIOINDICADORES ACUÁTICOS Y FORMULACIÓN DE UN PLAN DE
MONITOREO EN CHICAL, PROVINCIA DEL CARCHI”**

APROBACIÓN DEL DIRECTOR

En calidad de Director de la Tesis presentada por las señoritas MARÍN CARTAGENA MARÍA FERNANDA Y ZURITA MUÑOS ELIANA VERÓNICA, como requisito previo para optar por el Título de Ingenieras, luego de haber revisado minuciosamente, doy fe de que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluado por parte del Tribunal Calificador, siendo responsable de la dirección de trabajo de investigación contenido en el presente documento.

En la ciudad de Ibarra, a 01 de octubre de 2014



Ing. Jorge Granja

DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Manifestamos que la presente obra es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto es original y que somos los titulares de los derechos patrimoniales; por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldremos en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, al 01 día del mes de octubre de 2014

María Fernanda Marín Cartagena
C.C. 100323063-6

Eliana Verónica Zurita Muños
C.C. 100393653-9

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por María Fernanda Marín Cartagena y Eliana Verónica Zurita Muños, bajo mi supervisión.



Ing. Jorge Granja
DIRECTOR DE TESIS

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, MARÍA FERNANDA MARÍN CARTAGENA, con cédula de identidad N° 100323063-6, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: “ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA CON LA UTILIZACIÓN DE BIOINDICADORES ACUÁTICOS Y FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MONITOREO EN CHICAL, PROVINCIA DEL CARCHI”, que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, al 01 día del mes de octubre de 2014



María Fernanda Marín Cartagena

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, ELIANA VERÓNICA ZURITA MUÑOS, con cédula de identidad N° 100393653-9, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado denominado: "ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA CON LA UTILIZACIÓN DE BIOINDICADORES ACUÁTICOS Y FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MONITOREO EN CHICAL, PROVINCIA DEL CARCHI", que ha sido desarrollado para optar por el título de: INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, al 01 día del mes de octubre de 2014



Eliana Verónica Zurita Muños



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejamos sentada muestra voluntad de participar en este proyecto, para lo cual ponemos a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD		1003230636	
APELLIDOS Y NOMBRES		Marín Cartagena María Fernanda	
DIRECCIÓN		Otavalo, Cdla. Los Lagos	
EMAIL		maferchita_jg@hotmail.com	
TELÉFONO FIJO	062922342	TELÉFONO MÓVIL	0986110979

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO	“Estudio de la calidad del agua con la utilización de bioindicadores acuáticos y formulación de un plan de monitoreo en Chical, Provincia del Carchi”
AUTOR (ES)	María Fernanda Marín Cartagena - Eliana Verónica Zurita Muños
FECHA	2014-10-01
SOLO PARA TRABAJO DE GRADO	
PROGRAMA	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
ASESOR/DIRECTOR	Ing. Jorge Granja

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD		1003936539	
APELLIDOS Y NOMBRES		Zurita Muños Eliana Verónica	
DIRECCIÓN		Quito, Cotacollao	
EMAIL		elizurt-10@hotmail.com	
TELÉFONO FIJO	025139072	TELÉFONO MÓVIL	0994826349

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO	“Estudio de la calidad del agua con la utilización de bioindicadores acuáticos y formulación de un plan de monitoreo en Chical, Provincia del Carchi”
AUTOR (ES)	María Fernanda Marín Cartagena - Eliana Verónica Zurita Muños
FECHA	2014-10-01
SOLO PARA TRABAJO DE GRADO	
PROGRAMA	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
ASESOR/DIRECTOR	Ing. Jorge Granja

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Nosotras, María Fernanda Marín Cartagena, con cédula de identidad Nro. 1003230636 y Eliana Verónica Zurita Muños, con cédula de identidad Nro. 1003936539, en calidad de autor (as) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizamos a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144

AGRADECIMIENTO

De manera especial expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a la Universidad Técnica del Norte, a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales e instituciones que de una u otra forma hicieron posible la realización del presente trabajo.

A cada uno de nuestros profesores quienes con sus conocimientos y experiencias brindados nos han ido formando profesionalmente.

A la Junta Administradora de Agua Potable de La Comunidad “El Chical”, por su apoyo económico.

Al Laboratorio de Biología de la Universidad Técnica del Norte, quien facilitó los equipos y materiales para el desarrollo y culminación de este estudio.

Un especial reconocimiento y agradecimiento al Dr. Nelson Gallo, Ing. Oscar Caicedo e Ing. Jorge Granja, por sus valiosos conocimientos que nos condujeron muy acertadamente a finiquitar nuestro trabajo.

Y finalmente a la familia Ortiz Cartagena, en especial a la Licencia Anita Cartagena por su aporte de conocimientos y su ayuda incondicional.

Las Autoras

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a Dios y en especial a mi madre, quien con su dedicación, valentía, paciencia y sabiduría supo guiarme por el camino del bien y convertirme en una persona útil para el servicio de la sociedad; a mi novio, abuelita y hermano, quienes con sus consejos y apoyo permitieron el logro de una meta más de mi vida y a todos y cada uno de los amantes de la naturaleza que trabajan a favor de su conservación.

María Fernanda

Dedico este trabajo a mis padres, quienes hicieron todo en la vida para que pueda lograr mis sueños, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mis hermanas que siempre me han apoyado cuando sentía que el camino se terminaba.

Eliana

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVIII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIX
RESUMEN	XXV
ABSTRACT	XXVI
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS	7
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	7
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
1.2 PREGUNTAS DIRECTRICES	7
CAPÍTULO II.....	8
MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. EL AGUA	8
2.2. LOS SISTEMAS FLUVIALES	8
2.2.1. TIPOS DE RÍOS	9
2.3. CONTAMINACIÓN ACUÁTICA.....	9
2.3.1. CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA	9
2.4. CALIDAD DE AGUA	10
2.4.1. MÉTODOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE AGUA	10
2.5. BIOINDICADORES	11
2.5.1. CARACTERÍSTICAS DE UN BIOINDICADOR	11
2.6. MACROINVERTEBRADOS	12

2.6.1. LOS MACROINVERTEBRADOS Y SU USO COMO INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA.....	12
2.6.2. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN	12
A. PIEDRAS Y HOJARASCA	12
B. RED DE SURBER	13
2.6.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS	13
2.7. FITOPLANCTON	14
2.7.1. IMPORTANCIA ECOLÓGICA	14
2.7.2. FITOPLANCTON COMO BIOINDICADORES DE CALIDAD DE AGUA	14
2.7.3. SISTEMAS SAPROBIO COMO ORGANISMOS INDICADORES.....	15
2.8. ESTADÍSTICA NO PARAMÉTRICA.....	16
2.8.1. PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS	16
2.9. PLAN DE MONITOREO	16
2.9.1. PLAN	16
2.9.2. PROGRAMA.....	17
2.9.3. PROYECTO	17
2.9.4. MONITOREO BIOLÓGICO.....	17
2.9.4.1. ¿PARA QUÉ SIRVE EL MONITOREO BIOLÓGICO?	18
2.9.5. DEFINICIÓN DE PLAN DE MONITOREO PARTICIPATIVO	18
2.9.6. CONTENIDOS DE UN PLAN DE MONITOREO	19
2.9.7. SITUACIONES QUE EXIGE LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MONITOREO	20
2.9.8. PUNTOS A CONSIDERAR PARA IMPLANTAR UN PLAN DE MONITOREO	20
2.9.9. PARTICIPANTES EN LA ELABORACIÓN DEL PLAN	20
2.9.10. INSTRUMENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN.....	21
2.10. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	26
2.10.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR	26
2.10.2. LEY DE AGUAS: DE LA CONSERVACIÓN Y CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS.-CODIFICACIÓN 16, REGISTRO OFICIAL 339 DE 20 DE MAYO DEL 2004.....	28
2.10.3. TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA	29

CAPÍTULO III.....	31
METODOLOGÍA.....	31
3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
3.2. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.2.1. INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL.....	32
3.2.2. INVESTIGACIÓN DE CAMPO	32
3.2.3. INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO.....	32
3.3. VARIABLES DEL ESTUDIO.....	32
3.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN UTILIZADOS.....	33
3.4.1. MÉTODO DE RECOLECCIÓN “IN-SITU”.....	33
3.4.2. MÉTODO ANALÍTICO APLICADO A LABORATORIO.....	33
3.5. DESARROLLO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	33
3.5.1. RECURSOS UTILIZADOS	33
3.5.1.1. RECURSOS HUMANOS	33
3.5.1.2. RECURSOS MATERIALES	34
3.5.2. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA	35
3.5.2.1. ÁREA DE ESTUDIO	35
3.5.2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS FASES PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA	35
I. FASE CAMPO.....	36
A) SITIO A (PUNTO DE CONTROL 1).....	37
B) SITIO B (PUNTO DE CONTROL 2).....	38
C) SITIO C (PUNTO DE CONTROL 3).....	39
I. FASE DE LABORATORIO.....	42
II. FASE DE GABINETE.....	43
3.5.3.1. MÉTODO UTILIZADO	51
3.5.3.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS	51
3.5.3.3. DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DE CADA TÉCNICA.....	51
CAPÍTULO IV.....	53
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53

4.1.	RESULTADOS	53
4.1.1.	ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD DE LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS Y FITOPLANCTONICAS.....	53
4.1.1.1.	DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE COMUNIDADES BENTÓNICAS MEDIANTE EL ÍNDICE DE SHANNON - WEAVER (H) DE LOS TRES SITIOS MONITOREADOS	53
4.1.1.2.	DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE COMUNIDADES FITOPLANCTÓNICAS MEDIANTE EL ÍNDICE DE SHANNON - WEAVER (H) DE LOS TRES SITIOS MONITOREADOS.....	54
4.1.2.	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADA SAN JOSÉ MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÍNDICES BIOLÓGICOS PARA MACROINVERTEBRADOS Y FITOPLANCTON:.....	55
4.1.2.1.	DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÍNDICES BIOLÓGICOS PARA MACROINVERTEBRADOS:.....	55
4.1.2.2.	DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÍNDICES BIOLÓGICOS PARA FITOPLANCTON	56
4.1.3.	COMPARACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA ENTRE LOS SITIOS DE MONITOREO	57
4.1.3.1.	PRUEBA DE KRUSKAL – WALLIS	57
A)	DIVERSIDAD	57
B)	BIOLÓGICOS.....	58
4.1.4.	PLAN DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA QUEBRADA SAN JOSÉ	58
4.1.4.1.	JUSTIFICACIÓN	59
4.1.4.2.	PROPÓSITO.....	60
4.1.4.3.	ALCANCE E IMPACTOS	60
4.1.4.4.	MARCO LÓGICO DEL PLAN DE MONITOREO.....	61
4.1.4.5.	PROCESO METODOLÓGICO ESPECÍFICO DESARROLLADO PARA EL MONITOREO DE MACROINVERTEBRADOS	68
A.	PROYECTO DE MONITOREO DE MACROINVERTEBRADOS	68
4.1.4.6.	PROCESO METODOLÓGICO ESPECÍFICO DESARROLLADO PARA EL MONITOREO DE FITOPLANCTON	73
B.	PROYECTO DE MONITOREO DE FITOPLANCTON.....	73
4.2.	DISCUSIÓN	79
4.2.1.	CALIDAD DE AGUA	79

4.2.2.	PLAN DE MONITOREO	82
CAPÍTULO V		86
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		86
5.1.	CONCLUSIONES	86
5.1.1.	ESTUDIO DE LA CALIDAD DE AGUA.....	86
5.1.2.	PLAN DE MONITOREO	87
5.2.	RECOMENDACIONES.....	88
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....		89
BIBLIOGRAFÍA		93

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO	8
TABLA 2.1. Ventajas y desventajas del uso de macroinvertebrados acuáticos.	13
TABLA 2.2. Relación de los niveles saprobios y niveles tróficos.....	15
TABLA 2.3. Diferencias entre metodología del marco lógico y matriz de marco lógico	25
CAPÍTULO III	31
METODOLOGÍA	31
TABLA 3.1. Materiales y Equipos.....	34
TABLA 3.2. Calificaciones para el Índice de Calidad de Agua aplicando EPT	45
TABLA 3.3. Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuático para el índice BMWP	46
TABLA 3.4. Clases de calidad de agua, valores BMWP, Criterios de Calidad y colores para representaciones cartográficas de corrientes.	46
TABLA 3.5. Valores de sensibilidad para las diferentes familias de macroinvertebrados ...	47
TABLA 3.6. Índice de Sensibilidad para determinar la calidad de agua	47
TABLA 3.7. Valores del Índice de Polución para géneros de fitoplancton.....	48
TABLA 3.8. Índices de Polución	48
TABLA 3.9. Frecuencia y Sistema de Saprobios de Pantle-Buck	49
TABLA 3.10. Valores de Saprobiidad.	50
TABLA 3.11. Técnicas e instrumentos utilizados para elaboración del plan de monitoreo...	51
CAPÍTULO IV	53
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
TABLA 4.1. Diversidad de comunidades bentónicas en los sitios de monitoreo.....	53
TABLA 4.2. Diversidad de comunidades fitoplanctónicas en los sitios de monitoreo	54
TABLA 4.3. Calidad del agua de la Quebrada San José mediante la aplicación de índices biológicos para macroinvertebrados	55

TABLA 4.4. Calidad del agua de la Quebrada San José mediante la aplicación de índices biológicos para fitoplancton	56
TABLA 4.5. Resultados de la Prueba de Kruskal - Wallis para Índices de Diversidad	57
TABLA 4.6. Resultados de la Prueba de Kruskal - Wallis para Índices de Calidad	58
TABLA 4.7. Resultados Marco lógico del Plan de Monitoreo Ambiental de la Quebrada San José	63
TABLA 4.8. Estaciones de monitoreo	69
TABLA 4.9. Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuático para el índice BMWP	71
TABLA 4.10. Estaciones de monitoreo	74
TABLA 4.11. Valores del Índice de Polución para géneros de fitoplancton.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 3.1. Tipos de uso de suelo y sitios de monitoreo	37
---	----

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: MAPAS TEMÁTICOS	100
MAPA 1: Ubicación del área de estudio	100
MAPA 2: Mapa base	101
MAPA 3: Hidrológico	102
MAPA 4: Cobertura vegetal	103
MAPA 5: Uso actual del suelo	104
MAPA 6: Climático.....	105
ANEXO 2: FORMATOS	106
FORMATO 1. Lista de chequeo para la caracterización de los sitios de monitoreo de macroinvertebrados y fitoplancton.	106
ANEXO 3: TABLAS, GRÁFICOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	109
ANEXO 3.1. Mediciones Digitales Insitu - Medio Ambiente	109
TABLA 3.1.1. Mediciones digitales medio ambiente – Sitio A	109
TABLA 3.1.2. Mediciones digitales medio ambiente – Sitio B	109
TABLA 3.1.3. Mediciones digitales medio ambiente – Sitio C	109
ANEXO 3.2. Resultados del monitoreo en el área de estudio de comunidades bentónicas.....	110
GRÁFICO 3.2.1. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de marzo	110
TABLA 3.2.1. Resultados del primer mes de monitoreo (marzo) de comunidades bentónicas presentes en el sitio A.....	111
GRÁFICO 3.2.2. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de marzo	112
TABLA 3.2.2. Resultados del primer mes (marzo) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio B	113
GRÁFICO 3.2.3. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de marzo	114
TABLA 3.2.3. Resultados del primer mes (marzo) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio C.....	115

GRÁFICO 3.2.4. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de abril.....	116
TABLA 3.2.4. Resultados del segundo mes (abril) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio A.....	117
GRÁFICO 3.2.5. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de abril.....	118
TABLA 3.2.5. Resultados del segundo mes (abril) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio B.	119
GRÁFICO 3.2.6. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de abril.....	120
TABLA 3.2.6. Resultados del segundo mes (abril) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio C.	121
GRÁFICO 3.2.7. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de mayo	122
TABLA 3.2.7. Resultados del tercer mes (mayo) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio A.....	123
GRÁFICO 3.2.8. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de mayo	124
TABLA 3.2.8. Resultados del tercer mes (mayo) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio B.	125
GRÁFICO 3.2.9. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de mayo	126
TABLA 3.2.9. Resultados del tercer mes (mayo) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio C.	127
GRÁFICO 3.2.10. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de junio	128
TABLA 3.2.10. Resultados del cuarto mes (junio) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio A.....	129
GRÁFICO 3.2.11. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de junio	130
TABLA 3.2.11. Resultados del cuarto mes (junio) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio B.	131

GRÁFICO 3.2.12. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de junio	132
TABLA 3.2.12. Resultados del cuarto mes (junio) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio C.	133
ANEXO 3.3. Resultados del monitoreo en el área de estudio de comunidades fitoplanctónicas	135
GRÁFICO 3.3.1. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de marzo	135
GRÁFICO 3.3.2. Porcentaje de abundancia de individuos zooplanctónicos presentes en la muestra del mes de marzo	136
TABLA 3.3.1. Resultados del primer mes de (marzo) monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio A	137
TABLA 3.3.2. Comunidades zooplanctónicas presentes en el sitio A.	138
GRÁFICO 3.3.3. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de marzo	139
TABLA 3.3.3. Resultados del primer mes (marzo) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio B.....	140
GRÁFICO 3.3.4. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de marzo	141
TABLA 3.3.4. Resultados del primer mes (marzo) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio C.....	142
GRÁFICO 3.3.5. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de abril.....	143
GRÁFICO 3.3.6. Porcentaje de abundancia de individuos zooplanctónicos presentes en la muestra del mes de abril	144
TABLA 3.3.5. Resultados del segundo mes (abril) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio A.	145
TABLA 3.3.6. Comunidades zooplanctónicas presentes en el sitio A.	146
GRÁFICO 3.3.7. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de abril.....	147
GRÁFICO 3.3.8. Porcentaje de abundancia de individuos zooplanctónicos presentes en la muestra del mes de abril	148

TABLA 3.3.7. Resultados del segundo mes (abril) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio B.....	149
TABLA 3.3.8. Comunidades zooplanctónicas presentes en la sitio B.....	151
GRÁFICO 3.3.9. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de abril.....	152
TABLA 3.3.9. Resultados del segundo mes (abril) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio C.....	153
GRÁFICO 3.3.10. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de mayo	154
GRÁFICO 3.3.11. Porcentaje de abundancia de individuos zooplanctónicos presentes en la muestra del mes de mayo.....	155
TABLA 3.3.10. Resultados del tercer mes (mayo) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio A.	156
TABLA 3.3.11. Comunidades zooplanctónicas presentes en el sitio A.	157
GRÁFICO 3.3.12. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de mayo	158
GRÁFICO 3.3.13. Porcentaje de abundancia de individuos zooplanctónicos presentes en la muestra del mes de mayo.....	159
TABLA 3.3.12. Resultados del tercer monitoreo (mayo) de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio B.	160
TABLA 3.3.13. Comunidades zooplanctónicas presentes en el sitio B	162
GRÁFICO 3.3.14. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de mayo	163
TABLA 3.3.14. Resultados del tercer mes (mayo) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio C.....	164
GRÁFICO 3.3.15. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de Junio	165
GRÁFICO 3.3.16. Porcentaje de abundancia de individuos zooplanctónicos presentes en la muestra del mes de junio	166
TABLA 3.3.15. Resultados del cuarto mes (junio) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio A.	167
TABLA 3.3.16. Comunidades zooplanctónicas presentes en el sitio A	168

GRÁFICO 3.3.17. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de junio.....	169
TABLA 3.3.17. Resultados del cuarto mes (junio) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio B.....	170
GRÁFICO 3.3.18. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de junio.....	171
GRÁFICO 3.3.19. Porcentaje de abundancia de individuos zooplanctónicos presentes en la muestra del mes de junio	172
TABLA 3.3.18. Resultados del cuarto mes (junio) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio C.....	173
TABLA 3.3.19. Comunidades zooplanctónicas presentes en el sitio C.....	174
ANEXO 3.4. Metodologías utilizadas en el plan de monitoreo	176
GRÁFICO 3.4.1. Árbol de problemas	176
ANEXO 3.5. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional y desinfección y Resultados de los análisis físico – químicos y microbiológicos de los sitios de monitoreo.....	177
TABLA 3.5.1. Análisis Físico – Químicos y microbiológicos del sitio A	177
TABLA 3.5.2. Análisis Físico – Químicos y microbiológicos del sitio B	178
TABLA 3.5.3. Análisis Físico – Químicos y microbiológicos del sitio C	178
ANEXO 4: ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA.....	179
ANEXO 4.1. Análisis Físico - Químico y Microbiológico de la Quebrada San José, mes de marzo.....	179
ANEXO 4.2. Análisis Físico - Químico y Microbiológico de la Quebrada San José, mes de abril.....	180
ANEXO 4.3. Análisis Físico - Químico y Microbiológico de la Quebrada San José, mes de mayo.....	181
ANEXO 4.4. Análisis Físico - Químico y Microbiológico de la Quebrada San José, mes de junio.....	182
ANEXO 5: FOTOGRAFÍAS	183
SITIOS DE MONITOREO.....	183

FOTOGRAFÍA 1. Sitio A	183
FOTOGRAFÍA 2. Sitio B.....	184
FOTOGRAFÍA 3. Sitio C – Zona de captación.....	184
TOMA DE MUESTRAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO DE MACROINVERTEBRADOS, FITOPLANCTON Y FÍSICO - QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS.....	185
FOTOGRAFÍA 4. Registro de las características del cauce mediante la lista de chequeo realizada previamente en gabinete.....	185
FOTOGRAFÍA5. Toma de datos para los cálculos respectivos del caudal	185
FOTOGRAFÍA 6. Toma de puntos con el GPS para georreferenciar en el mapa	186
FOTOGRAFÍA 7. Recolecta de macroinvertebrados con la red de Surber	186
FOTOGRAFÍA 8. Captura de macroinvertebrados y preservación de muestras con alcohol de 75%	187
FOTOGRAFÍA 9. Etiquetado de muestras recolectadas.....	187
FOTOGRAFÍAS 10, 11 Y 12. Recolecta muestras con la red de arrastres 24us para fitoplancton	189
FOTOGRAFÍAS 13 Y 14. Preservación de las muestras de fitoplancton	190
FOTOGRAFÍA 15 Y 16. Toma de muestras de agua para análisis Físico - Químicos y Microbiológicos.....	190
FOTOGRAFÍA 17 Y 18. Toma y registro de datos con el kit de mediciones Físico – Químicas	191
FOTOGRAFÍA 19. Equipos y materiales de trabajo de campo	192
SOCIALIZACIÓN A LOS MIEMBROS DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE SOBRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS Y MANEJO DEL PLAN DE MONITOREO.....	193
FOTOGRAFÍA 20 Y 21. Reunión con los moradores de la comunidad.....	193
FOTOGRAFÍA 22 Y 23. Socialización de resultados obtenidos y plan de monitoreo	194
FOTOGRAFÍA 24 Y 25. Miembros de la Junta Administradora de Agua Potable de la comunidad El Chical	195
ANEXO 6: REGISTRO DE ASISTENCIA A LA SOCIALIZACIÓN	196
ANEXO 7: MACROINVERTEBRADOS RECONOCIDOS.....	199
ANEXO 8: FITOPLANCTON RECONOCIDO	204
ANEXO 9: ZOOPLANCTON RECONOCIDO	211

RESUMEN

La comunidad de El Chical es una localidad ubicada en el cantón Tulcán de la provincia del Carchi, donde sus pobladores utilizan como fuente de captación de agua para su consumo diario la quebrada San José; no cuenta con información sobre la calidad de la misma; no realizan ningún control, ni monitoreo en la fuente, problemática que ha motivado la realización del presente estudio. El propósito esencial fue analizar el agua de la Quebrada San José utilizando bioindicadores para conocer su calidad, y a su vez formular un plan de monitoreo que pueda ser fácilmente gestionada por parte de la comunidad. La metodología específica del proceso de monitoreo consistió en la recolección de muestras durante cuatro meses en la zona baja de la microcuenca (Sitios A, B y C) utilizando técnicas como: Red Surber, piedras y hojarasca para captura de macroinvertebrados, filtración con red de plancton de 24 μ s para fitoplancton. Luego se analizó la calidad de agua de la quebrada con los índices BMWP, EPT, de sensibilidad, el O.P.I y el Saprobiano de Pantle – Buck; así como también la diversidad de especies con Shannon – Weaver; adicionalmente, una comparación estadística entre los sitios de monitoreo con la prueba de Kruskal – Wallis. Para el plan de monitoreo se utilizó la metodológica del Marco Lógico que permitió la participación activa los miembros de la junta y pobladores en general. La quebrada tiene diversidad media en cuanto a comunidades bentónicas y fitoplanctónicas; el agua es de Buena Calidad y Baja Contaminación Orgánica, albergando a diferentes organismos acuáticos, por ello, antes de consumir el agua debe tener un previo tratamiento en los tanques y en los domicilios. Dentro del plan de monitoreo se desarrolló tres componentes esenciales que son: Programa de Educación y Concientización Ambiental, Programa de Monitoreo Biológico y el Programa de Difusión de la Información, cada uno presenta proyectos y actividades específicas, que de acuerdo al análisis e investigación realizada resulta el más conveniente para la Comunidad.

Palabras Claves: Agua, fitoplancton, macroinvertebrados, participación, programa, proyecto.

ABSTRACT

The community of El Chical is a town located in the canton Tulcán of Carchi province, where its inhabitants used as a source of water collection for daily consumption the Creek San Jose (Quebrada San Jose); it has no information on the quality of it; there is not any control or monitoring at the source, a problem that has led to the completion of this study. The main purpose was to analyze the water from Creek San Jose (Quebrada San Jose) using bioindicators to know its quality, and at the same time formulate a monitoring plan that can be easily managed by the community. The specific methodology of monitoring process consisted of collecting samples for four months in the lower area of the watershed (Sites A, B and C) using techniques such as: Red Surber, stones and litter to capture macroinvertebrates, filtration network plankton 24US to phytoplankton. After that was analyzed the water quality of the creek with BMWP, EPT, sensitivity, and the O.P.I. of Pantle -Buck Saprobiano indices; as well as species diversity with Shannon - Weaver; additionally, a statistical comparison between the sampling sites with the Kruskal – Wallis test. For monitoring plan was used the Methodology of the Logic Frame allowing active participation of board members and residents in general. The creek has average diversity in benthic and phytoplankton communities; Water is Good Quality and Lower Organic Pollution, housing several aquatic organisms, therefore, before consuming the water must be pretreated in tanks and in homes. Within the monitoring plan was developed three essential components: Program of Environmental Education and Awareness, Biological Monitoring Program and Spreading Information Program, each one has projects and specific activities, which according to the analysis and research is the most suitable for the Community.

Keywords: water, phytoplankton, macroinvertebrates, participation, program, project.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El agua es el elemento más abundante y esencial de nuestro planeta. Sin agua no hay vida humana, animal, ni vegetal (Larraín y Poo, 2010), ningún proceso metabólico ocurre sin su acción directa o indirecta. Es el recurso más importante y vital para todo organismo vivo, sin embargo, el más sensible ante la contaminación. Gran parte de nuestras actividades diarias dependen del agua, por lo tanto se debe considerarla un recurso estratégico cuya conservación es indispensable para el futuro (Carrera y Fierro, 2001).

A nivel mundial la contaminación es la alteración del agua por efectos de productos extraños. Las aguas de ríos, lagos, mares y aguas lluvias son contaminadas por actividades con fines económicos, recreativos o domésticos (Prieto 2004). En los países en vías de desarrollo el problema es mucho más grave, puesto que no existe o no son suficientes las fuentes de financiamiento, como los recursos tecnológicos para el monitoreo, estos son irregulares en tiempo y calidad, razón por la cual la información que de estos se generan carecen de confiabilidad al pretender generar estrategias para el adecuado manejo de los recursos acuáticos y para el control de la contaminación (Hernández, Martínez, Moreno y Martínez, 2012).

La contaminación del agua es un problema para la salud de todos los seres vivos, además de problemas de disponibilidad y calidad de agua, el 20% de la población mundial carece del agua necesaria para una vida sana y segura, se estima que para el año 2025 ésta afecte al 30% de la población, debido al aumento de la misma y a consecuencia del Cambio Climático (Larraín y Poo, 2010). La contaminación no solamente ha limitado el acceso a agua para consumo humano, sino también cambia la vida acuática y provoca la

desaparición de especies que sirven de alimentación a la población cercana a estas actividades (Buitrón, 2009).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) para el año 2004 el número de muertes por causas relacionadas con agua y saneamiento en América Latina y el Caribe fue 95000. Más de la mitad de estas muertes fue por diarrea. Actualmente, 5 millones de personas mueren al año por enfermedades asociadas al agua contaminada; 2500 millones de personas no cuentan con saneamiento y los procesos de privatización no han mejorado la situación (Larraín y Poo, 2010).

En nuestro país no se considera de mucha importancia la contaminación de los sistemas hidrológicos, ni se realiza un diagnóstico de la calidad del agua que considere a los seres vivos que habitan estos ecosistemas. La mayoría de los análisis se hace a través de pruebas químicas que consideran únicamente la calidad del agua desde su potabilidad (Carrera y Fierro, 2001). En las últimas dos décadas, no se han realizado cambios significativos en servicios de agua y alcantarillado, y se evidencia un mayor déficit en el sector rural (Fernández y Buitrón, 2010).

Existe un grave problema de contaminación en el Ecuador. Los ríos que se encuentran debajo de los 2000 msnm están contaminados en su mayoría, el 92% de municipios no cuenta con un sistema de tratamiento de basura y de aguas servidas, por ende esos desechos se evacúan a través de los ríos. Igualmente, se observa una destrucción gradual de las fuentes de agua, bosques y páramos (Buitrón, 2009).

Según Fernández y Buitrón (2010) en el país aún después de las reformas constitucionales del año 2008, no cuenta políticas para el saneamiento ambiental integral. No obstante al evidenciar una creciente inversión pública en sistemas de agua potable y saneamiento, la propuesta de ley de aguas y la renegociación de contratos con empresas concesionarias no se adecúan a la Constitución.

La comunidad El Chical en la provincia del Carchi, es una localidad de 568 pobladores; sus habitantes para mejorar las condiciones de vida, realizan actividades que no siempre son compatibles con el ambiente y causan contaminación, no poseen un sistema de captación adecuado, el manejo que se le da al agua para su potabilización es solo cloración y no se realiza ningún tipo de monitoreo para el control de calidad de agua en la fuente (Ramiro Bastidas, 2012: Entrevista personal).

El sitio de inicio de esta problemática es la quebrada San José (fuente de captación), debido a que la personas utiliza el agua para su consumo diario, de lo cual se deduce que tiene algún grado de contaminación por la presencia de cultivos y pastizales a su alrededor, en los que los agricultores utilizan agroquímicos para el control de plagas y que finalmente perjudicarán la salud y economía de la población del sector (Ramiro Bastidas, 2012: ep).

Al mismo tiempo, se puede observar la falta de conocimiento que presenta la comunidad con relación al concepto de calidad del agua (confusión entre agua potable y clorada), mismo que está ligado a la falta de realización de monitoreos y campañas de educación ambiental. La idiosincrasia de la comunidad al confiar en agua clorada ha generado un desinterés comunitario en el hecho de exigir a los organismos pertinentes la realización de otras formas de tratamiento del agua a nivel local.

Según Bastidas (2012), la Junta Administradora de Agua Potable de El Chical no realiza ningún tipo de análisis físico – químico ni biológico en la quebrada, por ende no se cuenta con información de la calidad de agua de consumo ni el estado del sistema hídrico; además, se desconoce qué tipo de organismos se encuentran afectando el agua, lo cual es un aspecto preocupante para la salud y bienestar de la comunidad que hace uso del líquido vital.

Por otro lado, los limitados recursos económicos para la realización de análisis físico – químicos del agua de forma permanente es otro problema al que se enfrenta la comunidad, mismo que ha generado en la población desinterés y falta de control en el cuidado del recurso agua. El inconveniente de determinar la calidad del agua mediante análisis

químicos no solo radica en sus altos costos sino en que estos análisis proporcionan información de períodos cortos de tiempo, por ser métodos que muestran contaminación transitoria (Neumann, Baumeisterb, Liess y Schulza, 2003).

Finalmente y de acuerdo con los informes emitidos por el Subcentro de salud de El Chical en el año 2012 (año de la realización de la investigación), se identificó varios casos de personas con diarrea y parasitosis relacionados directamente con el consumo de agua (Dra. Fernanda Chamorro, 2012: Entrevista personal).

Los ríos acogen una pequeña parte del total del agua del planeta ($0,002 - 2000\text{Km}^2$); sin embargo, presentan una enorme importancia por ser los encargados de conectar las cuencas terrestres con la atmosfera y con el mar, funcionan como auténticos riñones de la tierra; además, de transportar sales, sedimentos, organismos entre otros, son responsables en gran parte de las características químicas del agua retenida en lagos y océanos, son elementos esenciales en el ciclo del agua y de otros materiales (Sabater y Elozegi, 2009).

Los ríos y quebradas, sostienen diversos ecosistemas que se consideran entre los más importantes de la naturaleza y su existencia depende del régimen de los mismos; por lo que, se debe tener mucho cuidado para no alterar este régimen, puesto que una gestión poco responsable puede tener efectos desastrosos (Alba – Tercedor, 2006). Si se olvidan las complejas conexiones entre estructura y funcionamiento, se puede gestionar inadecuadamente los ríos y poner en peligro los servicios que los estos proporcionan a la sociedad de manera gratuita (Sabater y Elozegi, 2009).

La mayoría de las medidas utilizadas para la evaluación del agua son de carácter físico químico, en mucho de los casos no se realizan los análisis debido a sus altos costos, es por ello que actualmente se ha contemplado el monitoreo biológico, basándose en la presencia o ausencia de organismos permitiendo detectar condiciones ambientales específicas (López, Rubio y Machuca, 2005).

Los métodos biológicos se fundamentan básicamente en la tolerancia o nivel de respuesta de los organismos, cambian según el tipo de contaminante al que han sido expuestos, lo que determina que ciertos organismos sean utilizados como bioindicadores (Figuroa, Valdovinos, Araya, y Parra, 2003). Se están planteando como una nueva herramienta para determinar la calidad del agua, sin dejar de lado los análisis físico-químicos. Su utilización reduce en gran parte actividades de campo y laboratorio, puesto que solo requiere de la identificación y cuantificación de los organismos, basándose en índices de diversidad que califican la calidad del agua (Herbas, Rivero, y Gonzales, 2006).

Desde este punto de vista surge la utilización de índices bióticos para determinar la calidad del agua, ya que tienen la característica de almacenar información a través del tiempo (Villalobos, 2001). De forma general, todos los organismos pueden ser considerados como un indicador del medio en el cual se desarrollan, puesto que su existencia en un espacio y momento dado, responde a su capacidad de adaptación a los diferentes factores ambientales (Herbas et al. 2006).

Si bien es cierto se consideran diferentes tipos de organismos dulceacuícolas, este estudio se centra en el uso de macroinvertebrados y fitoplancton como bioindicadores que ofrecen mayor nivel de sensibilidad, bajos costos, métodos simples de monitoreo y análisis, a comparación de los físico – químicos (Neumanna et al. 2003); además, porque señalan el estado del sistema donde habitan mediante su presencia y abundancia (Herbas et al.2006).

Con respecto a esto Alba, Tercedor y Sánchez – Ortega (2008), señalan que los macroinvertebrados evalúan la calidad del agua, debido a que presentan adaptaciones evolutivas a determinadas condiciones ambientales y límites de tolerancia a las diferentes alteraciones. Estos límites varían de acuerdo al grado de sensibilidad de los organismos. Los macroinvertebrados presentan asociaciones a características típicas del agua, por lo que se constituyen en potenciales indicadores de calidad como por ejemplo: el grupo Ephemeroptera que son típicos de aguas limpias y bien oxigenadas, solo se los encuentra en lugares con poca o casi nada de contaminación (Roldan y Ramírez, 2008).

Adicionalmente, se observan a simple vista sin la necesidad de equipos sofisticados, presentan características importantes como: son de amplia distribución y sedentarios que pueden reflejar las condiciones en las que se encuentran, tienen una alta riqueza de especies con gran diversidad de respuestas a los gradientes ambientales, por lo que son sensibles a los cambios ambientales (Roldán, 2003).

El Fitoplancton en cambio es adecuado para la detección y seguimiento de las presiones físico-químicas, cambios en la mineralización del agua, eutrofización y contaminación orgánica; son indicadores de las presiones hidromorfológicas que determinan cambios en la tasa de remoción de lagos y ríos (Conferencia Hidrológico del Ebro, 2005).

El propósito de hacer una investigación técnica-científica de la calidad del agua, es determinar el grado de contaminación de la quebrada, por cuanto existe una captación superficial que requirió de un monitoreo continuo para el aseguramiento de su calidad. Tuvo gran relevancia porque fue orientado a satisfacer la provisión de agua saludable que permita garantizar un adecuado estado de salud de la población comunitaria y por ende aportar al buen vivir de la gente.

También es necesario indicar que el presente estudio tuvo un alto grado de originalidad por el hecho que en años anteriores no se han realizado estudios ni propuestas relacionadas con el mejoramiento de la calidad del agua de la comunidad El Chical. Igualmente, se pretendió demostrar la optimización de recursos económicos mediante el análisis de bioindicadores acuáticos.

El análisis desarrollado sumado a una eventual propuesta de elaborar un plan de monitoreo que interrelacione a la Junta Administradora de Agua Potable y la población en general; entorno al manejo del recurso agua, permitirá el uso sustentable del recurso y la salud comunitaria en general.

1.1 OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Estudiar la calidad del agua en la quebrada “San José”, comunidad de El Chical, mediante la utilización de indicadores biológicos, para elaborar conjuntamente con la comunidad un plan de monitoreo.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular la diversidad de los macroinvertebrados acuáticos y fitoplancton para verificar el estado biológico del cauce.
- Evaluar los indicadores biológicos presentes en la fuente de agua utilizada para proveer de la misma a la comunidad.
- Formular un plan de monitoreo mediante técnicas participativas que pueda ser empleado por la Junta Administradora de Agua Potable y la comunidad de El Chical.

1.2 PREGUNTAS DIRECTRICES

Principal: ¿Determinar la calidad del agua de la comunidad de El Chical sirve como base para la elaboración de un plan de monitoreo?

Específicas:

- ¿El cálculo de la diversidad de comunidades bentónicas y fitoplanctónicas permite conocer el estado biológico del cauce?
- ¿Cuáles son los principales indicadores biológicos que constituyen un estudio de la calidad de agua?
- ¿La participación comunitaria asegura a la población de El Chical empoderarse en la ejecución y autogestión del proyecto?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se describe temas de interés relevantes del proyecto, que servirán para obtener un enfoque claro de la importancia de la investigación.

2.1. EL AGUA

Es el elemento más abundante del planeta, y es vital para todos los seres vivos que habitan en él. Los océanos, mares, lagos, ríos y demás lugares que contienen agua, cubren las dos terceras partes de la Tierra; sin embargo, de toda el agua existente la mayor parte es salada y tan sólo un pequeño porcentaje es agua dulce (Carrera y Fierro, 2001). Aproximadamente el agua existente de nuestro planeta es de 1385 millones de km³; de esta el 1% es agua potable mismo porcentaje del cual el 38% corresponde a la humedad del suelo, el 52% a los lagos, el 8% de vapor atmosférico, el 1% de organismos vivos y 1% en ríos (Hahn, Toro, Grajales, Duque y Serna, 2009). Además, la mayor concentración de agua dulce se encuentra en los polos en forma de hielo en la Antártida y cumbres nevadas, distante de los poblados; y los lagos y ríos apenas contienen el 0,02 % de esta (Buendía y Palazón, 2010).

2.2. LOS SISTEMAS FLUVIALES

Los sistemas fluviales son redes de ríos con todos sus afluentes. Los depósitos fluviales están constituidos por sedimentos que se acumulan a partir de la actividad de los ríos, que se generan en diversas condiciones climáticas, desde los desiertos hasta los glaciales (Grijalva y Montijo, 2005).

2.2.1. TIPOS DE RÍOS

Según Carrera y Fierro (2001), existen dos tipos de ríos:

RÍO SALUDABLE.-Posee rica y variada vida animal, vegetación diversa y abundante en sus orillas. Es un sitio donde la escorrentía excesiva no causa mayor efecto.

RÍO NO SALUDABLE O ALTERADO.-Presenta muy poca o ninguna forma de vida animal; ya que ha perdido la vegetación de las orillas. La mayor parte de la lluvia no es aprovechada por el suelo y se convierte en escorrentía excesiva. Además, está más expuesto a grandes inundaciones.

2.3. CONTAMINACIÓN ACUÁTICA

La contaminación del agua es el resultado de la incorporación de materias extrañas. Estas materias deterioran la calidad de agua y la hacen inútil para los usos pretendidos (Roldan, Velásquez y Machado, 1981). Es el daño que se produce a esta por efectos de diferentes productos extraños como gases residuales, desechos de fábricas y ciudades que son causa de contaminación de ríos, lagos y aún de los mares (Prieto, 2004).

Roldan y Ramírez (2008), definen a la contaminación del agua como “la adición de sustancias alóctonas o microorganismos que deterioran su calidad; esta calidad se refiere a la aptitud del agua para los usos beneficiosos del hombre, esto es para su bebida y la de los animales, como soporte de una vida sana, para el riego de cultivos y para la recreación”.

2.3.1. CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

De acuerdo Spiegel y Maystre (2004), para controlar la contaminación del agua se necesita eliminar el vertido de contaminantes por completo; sin embargo, económicamente no es factible, por lo que se aplica límites para asegurar la protección de la salud humana y del ambiente. Estos límites se basan en designaciones de usos de las diferentes masas de agua.

2.4. CALIDAD DE AGUA

La calidad del agua está determinada por la hidrología, la fisicoquímica y la biología de la masa de agua. Existen varios factores que influyen en la calidad del medio acuático que inciden en sus condiciones físico – químicas, en la flora y fauna adyacentes; sin embargo, en la actualidad, la mayor preocupación constituye los procesos de consumo directo e indirecto de actividades humanas que utilizan el agua como recurso (Gerard, Veza y Veza, 2005).

2.4.1. MÉTODOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE AGUA

Para determinar la calidad del agua es necesario la aplicación de parámetros y de métodos que permiten aportar información sobre el estado trófico del ecosistema acuático, a continuación se describe los siguientes: métodos físico-químicos y métodos biológicos.

MÉTODO FÍSICO – QUÍMICOS.- Son utilizadas para determinar la condición del agua en un momento dado. Cuando se usan análisis químicos juntos con los indicadores biológicos y físicos, se puede obtener un cuadro más completo de los factores que influyen en la calidad del sistema acuático (Neumanna et al. 2003).

MÉTODOS BIOLÓGICOS.- Se utilizan como complemento a los físico-químicos, estos no se circunscriben al momento de la toma de la muestra, puesto que las comunidades de los seres vivos pueden integrar periodos anteriores y que el efecto de los posibles contaminantes se evalúa con relación al efecto que produce la biocenosis (Álvarez, 2005).

Los científicos descubrieron que el control biológico de los sistemas acuáticos puede determinar la calidad del agua. Los organismos acuáticos muestran una respuesta ante los episodios de contaminación que no siempre son detectados con el control químico rutinario, que sólo muestra un volumen de agua relativamente pequeño en un momento dado (Gerard et al. 2005).

A diferencia de los análisis físico-químicos, muestran tendencias a través del tiempo (condiciones pasadas y presentes) y es posible detectar eventos puntuales de toxicidad; sin embargo, tiene sus limitaciones, en especial para determinar la calidad de agua para consumo humano, porque no necesariamente detecta la presencia de patógenos o condiciones químicas potencialmente peligrosas para la salud humana (Springer, 2010).

2.5. BIOINDICADORES

Según Roldán y Ramírez (2008), un bioindicador es un organismo o conjunto de estos, que tiene como propiedad responder a la variación de un determinado factor (abiótico o biótico) del ecosistema.

Los bioindicadores son organismos sensibles a los cambios ambientales, dependen del medio en el que se desarrollan e indican los cambios ambientales en las condiciones del medio en que vive (Capó, 2007).

2.5.1. CARACTERÍSTICAS DE UN BIOINDICADOR

Las especies indicadoras son organismos que ayudan a dar respuesta al ecosistema que se está estudiando. Tienen requerimientos físicos, químicos, de estructura del hábitat y de las relaciones con otras especies. Cada especie presenta determinados límites de estas condiciones ambientales. Las especies bioindicadoras deben ser abundantes, muy sensibles al medio de vida, fáciles y rápidas de identificar, bien estudiadas en su ecología y ciclo biológico y con poca movilidad (Capó, 2007).

Un organismo es un buen indicador cuando se encuentra frecuentemente en un ecosistema de características definidas y cuando su población es superior al resto de los organismos que se encuentra en el mismo hábitat (Lozano, 2005). Se utilizan para dos tipos de estudios: el diagnóstico o evaluación rápida, que son puntuales en el tiempo y usualmente se basan en la comparación entre sitios (Springer, 2010).

2.6. MACROINVERTEBRADOS

Son animales que se pueden ver a simple vista. Se llaman *macro* porque son grandes (miden entre 2mm y 30cm), *invertebrados* porque no tienen huesos y *acuáticos* porque viven en lugares de agua dulce: esteros, ríos, lagos y lagunas (Mafla, 2005). Se multiplican en grandes cantidades, se pueden localizar miles en un metro cuadrado, son parte importante en la alimentación de los peces (Carrera y Fierro, 2001). Actualmente se consideran como los mejores bioindicadores de calidad de agua debido a su tamaño, distribución y adaptación a diferentes variables físico - biológicas (Lozano, 2005).

2.6.1. LOS MACROINVERTEBRADOS Y SU USO COMO INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA

El uso de macroinvertebrados como indicadores se fundamenta en que dichos organismos ocupan un hábitat con exigencias ambientales a los que están adaptados. Cualquier cambio en las condiciones ambientales se reflejará en las estructuras de las comunidades (Roldán y Ramírez, 2008).

Estos animales proporcionan información importante sobre la calidad del agua, al ser utilizados en el monitoreo se puede entender el estado del ecosistema en el que viven. Algunos requieren agua de buena calidad para sobrevivir y otros solo se los encuentra donde hay contaminación (Mafla, 2005).

2.6.2. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN

Existen varias técnicas para coleccionar macroinvertebrados, de todas se ha elegido por su sencillez y bajo costo, las siguientes: Piedras y hojarasca y Red Surber.

a. PIEDRAS Y HOJARASCA

Es una técnica de búsqueda de macroinvertebrados en las piedras y hojas que se encuentran en el fondo, superficie y orilla de los ríos. Se puede realizar en cualquier río de fondo

pedregoso y con vegetación, pero se recomienda utilizarla en ríos corrientosos y con piedra grandes (Carrera y Fierro, 2001).

b. RED DE SURBER

Es una red sujeta a un marco metálico, que tiene forma de L, se utiliza en ríos de poca profundidad, donde el agua no supera los 50cm (Carrera y Fierro, 2001).

2.6.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

La mayor parte de investigadores consideran que los macroinvertebrados acuáticos son los mejores como indicadores de la calidad de agua, a continuación se resumen las ventajas y desventajas (*tabla 2.1*) más importantes:

TABLA 2.1. Ventajas y desventajas del uso de macroinvertebrados acuáticos.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Se encuentran prácticamente en todos los sistemas acuáticos, por lo que favorecen estudios comparativos.	Los macroinvertebrados no son sensibles a algunas perturbaciones de origen humano y cantidades trazas de algunos contaminantes, haciendo que este factor incida en las evaluaciones cuantitativas pudiendo requerir de gran número de muestras que incrementan los costos de aplicación de la bioindicación en programas de evaluación de calidad del recurso hídrico (Figuroa, 2004).
Su naturaleza sedentaria, permite un perfecto análisis de los efectos de perturbaciones.	Pueden existir otros factores independientes a la calidad del agua que afecta la distribución y abundancia (perturbaciones por cambios de caudales manejados artificialmente, catástrofes naturales por inundación, etc.)
Presentan un largo periodo de permanencia en el agua, lo cual permite estudiar cambios temporales.	Las variables estacionales pueden complicar las interpretaciones o comparaciones
Son sensibles a perturbaciones y esto los hace responder rápidamente.	La disposición de algunos invertebrados a derivar les proporciona algunas ventajas sobre aquellos móviles.
La disponibilidad de métodos e índices para el análisis de datos, han sido validados en diferentes ríos del mundo.	Ciertos grupos no son bien conocidos taxonómicamente.

FUENTES: Hellawell, 1986; Rosenberg y Resh, 1993; Resh y Rosenberg, 1984; Resh, 1994; Resh et al 1996; Alba-Tercedor y Prat, 1997; Prat 1998

2.7. FITOPLANCTON

El fitoplancton es quizás el grupo de organismos acuáticos mejor conocido y estudiado, la mayoría de ellos son organismos microscópicos que flotan en el agua, de ahí el significado de la palabra plancton (Roldán y Ramírez, 2008). Son aquellos que dominan los ecosistemas acuáticos de los lagos, ríos y océanos; son fotosintéticos como microalgas, cianobacterias, flagelados heterótrofos y otros grupos sin clorofila (Reynolds, 2006).

2.7.1. IMPORTANCIA ECOLÓGICA

Oliva, Godínez y Zuñiga (2014), mencionan que el fitoplancton juega un papel muy importante como base de las redes tróficas e indicadores de la calidad del agua, su importancia radica en que son productores primarios de ambientes acuáticos, acumula energía lumínica solar por medio de la fotosíntesis; el oxígeno que se genera a través de este proceso es utilizado por los organismos acuáticos para su respiración.

Son capaces de obtener mayor tolerancia a diversas sustancias, desarrollarse abundantemente y repercutir en la eutroficación de las aguas mostrando ciertas especies en estado trófico de arroyos, ríos y lagos; presentan amplia distribución, preferencias ambientales y alta frecuencia de algún taxón en aguas fuertemente contaminadas (Roldán y Ramírez, 2008).

El estudio de las comunidades microalgales son importantes en las investigaciones hidrológicas puesto que permiten determinar la calidad del agua, así como diagnosticar los posibles cambios que se ocasionan en los niveles superiores de la redes tróficas (De la Lanza, Hernández y Carbajal, 2011).

2.7.2. FITOPLANCTON COMO BIOINDICADORES DE CALIDAD DE AGUA

Muchos organismos, incluyendo el fitoplancton, están estrechamente ligados a unas condiciones ambientales muy específicas. Cualquier alteración que ocurra en el ambiente,

afecta la biodiversidad del fitoplancton que repercute en los siguientes organismos de la cadena. El examen biológico de las aguas, que se basa en el conocimiento de estos organismos indicadores, conduce rápidamente a un resultado, es fiable y abarca una gran variedad de factores (Streble y Krauter, 2005).

2.7.3. SISTEMAS SAPROBIO COMO ORGANISMOS INDICADORES

Los organismos saprobios son animales y plantas que están estrechamente ligados a determinadas condiciones de contaminación orgánica y por esta razón son apropiados como indicadores. Con ayuda del sistema de saprobio, se puede determinar la “calidad” del agua. Al igual que existen todas las formas intermedias desde las aguas más puras a las más contaminadas (*tabla 2.2*), no se puede establecer un límite estricto entre las comunidades vitales. Actualmente se emplea un sistema de cuatro niveles, para clasificar las aguas saprobias correlacionadas a su vez con niveles tróficos (Streble y Krauter, 2005).

TABLA 2.2. Relación de los niveles saprobios y niveles tróficos

CLASE/NIVEL DE SAPROBIOS	NIVEL TRÓFICO
I; OLIGOSAPROBIO Agua pura, rica en oxígeno. Relativamente pocas especies, reducido número de individuos.	OLIGOTRÓFICO Agua clara, pobre en nutrientes, saturada con más de un 70% de O ₂ incluso en las zonas profundas.
I/II; OLIGOSAPROBIO /B-MESOSAPROBIO Consumo de oxígeno escaso. Gran variedad de especies.	MESOTRÓFICO Nutrientes y producción planctónica moderados. En las zonas profundas 100-30% de O ₂ .
II; B-MESOSAPROBIO Poco contaminada, rica en oxígeno. Muchas especies animales y vegetales.	EUTRÓFICO Agua rica en nutrientes “productiva” intenso desarrollo de algas microscópicas y de zooplancton. Profundidad de visión por lo general inferior a 2 metros. Agua superficial a veces sobresaturada de oxígeno, aguas profundas con carencia periódica de oxígeno.
II/III; B-MESOSAPROBIO/A-MESOSAPROBIO “Críticamente” contaminada. La diversidad de especies de las formas mayores retrocede.	
III; A-MESOSAPROBIO Con contaminación orgánica. Contenido en oxígeno bajo. Numerosos ciliados y bacterias.	
III/IV; A-MESOSAPROBIO/POLISAPROBIO Consumo de oxígeno elevado. Posibilidades de vida únicamente para organismos muy especializados.	
IV; POLISAPROBIO El oxígeno falta por completo durante largos periodos. Desarrollo masivo de bacterias.	POLITRÓFICO Nutrientes siempre presentes y en gran cantidad. Aguas en putrefacción de todo tipo. Aguas profundas carentes periódicamente de oxígeno, formación de ácido sulfhídrico.

FUENTE: Streble H. y Krauter D., 2005

2.8. ESTADÍSTICA NO PARAMÉTRICA

Los métodos no paramétricos requieren supuestos menos restrictivos acerca del detalle de la medición de los datos y menos supuestos sobre la forma de las distribuciones de la probabilidad que rigen entre los datos de la muestra. Para determinar si es adecuado un método paramétrico o un no paramétrico es la escala de la medición que se usa para generar los datos pudiendo ser: nominal, ordinal, de intervalo y de relación; resulta inapropiado con datos nominales u ordinales hacer cálculos de medias, varianzas, desviaciones estándar, entre otras y para obtener conclusiones estadísticas la solución son los métodos no paramétricos (Sweeney, Anderson, Williams, Lind y Marchal, 2003).

2.8.1. PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS

Según Triola (2004), la prueba de Kruskal-Wallis es una prueba no paramétrica que utiliza rangos muestrales de tres o más poblaciones independientes, permite determinar si las poblaciones son idénticas y se la puede emplear con datos ordinales y también con datos de intervalo o de relación, además esta prueba no requiere de normalidad ni de varianzas iguales que el análisis de varianza paramétrico (Sweeney et al. 2003).

A diferencia de Mann – Whitney-Wilcoxon que se aplica para ver si dos poblaciones son idénticas. Kruskal- Wallis lo ampliaron al caso de tres o más poblaciones donde sus supuestos son Hipótesis nula (H_0): Todas las poblaciones son idénticas y Hipótesis alterna (H_a): No todas las poblaciones son idénticas (Sweeney et al. 2003).

2.9. PLAN DE MONITOREO

Para entender que es un plan de monitoreo se debe definir primero que es plan, programa, proyecto y monitoreo, a continuación se menciona cada uno de estos:

2.9.1. PLAN

Según Olivero y Sosa (2013), el plan define en grandes proporciones las ideas que van a orientar y condicionar a los demás niveles de la planificación. Determina prioridades y

criterios, cobertura de equipamientos y disposición de recursos, su previsión presupuestaria y horizonte temporal.

2.9.2. PROGRAMA

Es aquella que se realiza en menos tiempo que un plan y es aquel que concreta los objetivos y temas que se expresan en él. Es el nivel táctico que se sitúa entre el plan y el proyecto, concreta ideas y objetivos del plan en un lugar y tiempo determinados y a partir de recursos disponibles intentando acercar uno con otro. De esta forma las ideas generales del Plan se llevan a una situación concreta (Olivero y Sosa, 2013).

2.9.3. PROYECTO

Se describe como una intervención concreta, individualizada, para hacer realidad algunas de las acciones contempladas en los programas. Define resultados previstos y procesos para conseguirlos, así como el uso concreto de los recursos disponibles (Olivero y Sosa 2013). Abarca desde pequeñas iniciativas hasta programas complejos, el punto de partida de un proyecto es la existencia de un problema o la oportunidad para mejorar las condiciones de vida o de trabajo de un grupo determinado (Thomet y Voza, 2012).

2.9.4. MONITOREO BIOLÓGICO

Carrera y Fierro (2001), definen al monitoreo biológico como un examen que se hace cada cierto tiempo para conocer la salud de un río; se toma datos de diferentes partes del lecho, de modo que se pueda comparar la calidad del agua río arriba y río abajo o de acuerdo a los ambientes que le rodean.

El monitoreo de un río determina los cambios ocurridos en el agua, los animales y la tierra que le rodea, a través de varias observaciones o estudios (Carrera y Fierro, 2001). Odum (1989), manifiesta que el monitoreo ecológico es “el arte y la ciencia de evaluar la salud del medio ambiente”. Contiene registros que son efectuados con el fin de proyectar la magnitud de un factor y compararlo con un estándar predeterminado.

2.9.4.1. ¿PARA QUÉ SIRVE EL MONITOREO BIOLÓGICO?

El monitoreo biológico sirve para analizar los cambios que puedan darse en un río o quebrada, permiten conocer el estado de salud de estos. Entre más datos acumulados, se pueden entender mejor los cambios (Mafla, 2005). Sirve para recolectar información periódica relevante de manera transparente y verificable, para identificar las remociones antropogénicas netas logradas con el proyecto (Salinas y Hernández, 2008).

2.9.5. DEFINICIÓN DE PLAN DE MONITOREO PARTICIPATIVO

El plan de monitoreo tiene como objetivo describir y calificar de forma oportuna el cumplimiento, el trabajo, la fortaleza y deficiencias de los procesos en ejecución (Vargas, 2007). De acuerdo a Salinas y Hernández (2008), es un elemento clave para asegurar y controlar la calidad de la información recolectada porque en el que se define las tareas de monitoreo que se realizan durante la implantación de un proyecto.

Para Murray y Rossi (2007), es una herramienta fundamental que se compone de objetivos, actividades, indicadores, medios de verificación y responsables. Es importante que el plan se elabore conjuntamente con la definición del proyecto o programa, que el responsable de la implementación del mismo lo asuma como un instrumento colectivo y comprenda que todos son responsables de su elaboración y alimentación y de los posibles ajustes; además, el plan de monitoreo no debe ser estático, debe ser revisado con frecuencia. Para ser ejecutado puede realizarse tres etapas importantes que son:

- Definición de los programa de acuerdo con los objetivos, actividades e insumos.
- Definición de los medios de verificación de los indicadores.
- Definición de los responsables.

El monitoreo participativo es un proceso que permite la recolección, análisis y uso de información; este incluye la participación de grupo de personas en aspectos del monitoreo en los que no han estado involucrados anteriormente. Es la recopilación y análisis

constante de información a fin de determinar los cambios que se está suscitando (Evans y Guariguata, 2008).

2.9.5.1. TÉRMINOS UTILIZADOS EN EL MONITOREO PARTICIPATIVO

Según Evans y Guariguata (2008), el monitoreo participativo utiliza varios términos:

Monitoreo local.- La participación de las personas y comunidades recolectan y analizan datos.

Monitoreo profesional.- Este monitoreo es dado por expertos, las metas abarcan desde auto – monitoreo hasta por guardas forestales en los que se enfoca al aprovechamiento por parte de los usuarios locales de los recursos hasta censos efectuados.

Monitoreo colaborativo.- Proceso de búsqueda de información seguido por un análisis crítico a fin de fundamentar las decisiones colectivas.

Monitoreo conjunto.- Las comunidades y autoridades efectúan el monitoreo con el objetivo de asegurar la aplicación de normativas en forma conjunta.

Auto monitoreo.- Generalmente las comunidades locales monitorean sus actividades relacionadas a su comunidad. El auto monitoreo es utilizado para evaluar la extracción y gestión de productos.

Monitoreo eventual.- Las comunidades presentan dificultades cuando ocurre, en vez de planificar el monitoreo se convierte en problema momentáneo.

2.9.6. CONTENIDOS DE UN PLAN DE MONITOREO

El plan de monitoreo al igual que el de evaluación debe contenerla teoría del cambio, un marco de monitoreo y evaluación, preguntas de valoración, indicadores de base, descripción de las actividades de monitoreo, cronograma y un presupuesto (ONU, 2012).

2.9.7. SITUACIONES QUE EXIGE LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MONITOREO

Para la elaboración de un plan se considera condiciones no deseadas, o que siendo deseada puede lograrse mejores situaciones. Estas realidades están identificadas por la identificación y descripción de problemas (Marro, 2006).

2.9.8. PUNTOS A CONSIDERAR PARA IMPLANTAR UN PLAN DE MONITOREO

Para la implementación de un plan de monitoreo según la Organización de la Naciones Unidas (ONU, 2012), se debe considerar:

Recursos.- ¿Cuánto dinero y tiempo se necesitará para llevar a cabo las actividades propuestas en cada programa?

Capacidades.- ¿El programa tiene la capacidad de llevar a cabo las actividades de monitoreo y evaluación propuestas, análisis de los datos recolectados, o se necesitarán expertos externos?

Viabilidad.- ¿Las actividades propuestas son realistas? ¿Pueden ser implementadas?

Cronograma: ¿El cronograma propuesto es realista para llevar a cabo las actividades propuestas?

Ética.- ¿Qué consideraciones éticas y qué desafíos implica la implementación de las actividades propuestas? ¿Existe un plan para abordar esas consideraciones?

2.9.9. PARTICIPANTES EN LA ELABORACIÓN DEL PLAN

Las normas definen al órgano encargado de elaborar y proponer los planes dentro de una institución; también, es deseable que este proceso sea participativo a fin de enriquecerlo y facilitar su ejecución; es conveniente que en su elaboración participen los involucrados en el problema así como aquellos que pueden contribuir en el análisis de la problemática, alternativas de solución y sobre todo tenga interés en el financiamiento y en la ejecución del plan (Marro, 2006; Murray y Rossi, 2007).

El monitoreo participativo se define por la forma en la que las personas trabajan conjuntamente y los roles que estas asumen en la planificación e implementación del plan de monitoreo. Las comunidades locales brindan su tiempo, acceso a los recursos naturales y su conocimiento (Evans y Guariguata, 2008).

Los actores externos sean estos investigadores, profesionales especializados en desarrollo, organizaciones no gubernamentales, autoridades gubernamentales tienen sus propios objetivos, que podrían coincidir o no con los objetivos de las comunidades locales por esta razón se debe trabajar conjuntamente con la comunidad para concretar metas en común (Lawrence y Elphick, 2002 en Evans y Guariguata, 2008).

2.9.10. INSTRUMENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN

Para la elaboración de un plan se puede utilizar varias metodologías, a continuación se describen algunas de ellas:

a. Grupos Focales

Esta técnica busca recopilar información cualitativa con profundo grado de detalle. El grupo focal de discusión consiste en la reunión de un grupo de personas que forman parte de la población para discutir y analizar un tema específico en profundidad. El facilitador responsable del grupo focal debe tener claro los temas claves a ser debatidos (Murray y Rossi, 2007).

b. Cuestionario: Conocimientos, Actitudes y Prácticas (CAP)

Este instrumento recopila información cuantitativa sobre el grupo poblacional prioritario y evalúa la implementación de un proyecto o programa. La aplicación de este instrumento permite que la organización conozca detalladamente al grupo poblacional con el que trabaja y ajuste sus actividades educativas al ámbito de la prevención (Murray y Rossi, 2007).

c. Cuestionario para Evaluar la Calidad de una Actividad Puntual

Al finalizar un taller de capacitación, es importante apreciar la opinión de los participantes sobre la actividad realizada y solicitar sugerencias sobre la forma de perfeccionarla (Murray y Rossi 2007).

Otras herramientas consideradas son aquellas que involucran la participación directa de los actores principales (población, autoridades):

Participación: Es un proceso en el que las personas pueden ganar más o menos grados de participación en el proceso de desarrollo. El éxito de la participación dependerá del grado de decisión, organización y disponibilidad de la gente, como también de la flexibilidad y habilidad por los técnicos, que deben modificar ciertas actitudes y métodos de trabajo (Geilfus, 2009).

d. Herramientas Participativas

Estas técnicas deben combinarse según las necesidades y realidades de la comunidad. Hay cuatro grandes tipos de herramientas participativas:

- Técnicas de dinámica de grupos.
- Técnicas de visualización.
- Técnicas de entrevista y comunicación oral.
- Técnicas de observación de campo.

Dinámica de grupo.- Esta técnica es fundamental para trabajar con grupos de personas y lograr su participación efectiva (Geilfus, 2009).

Visualización.- Esta técnica es fundamental en la participación, utiliza representaciones gráficas, matrices, mapas, flujogramas y diagramas temporales. Y así se logra la participación de personas con diferentes grados y tipos de educación, y se facilita la sistematización de conocimientos y el consenso (Geilfus, 2009).

Entrevista y comunicación oral.- Este método recoge información desde diferentes puntos de vista particulares de los miembros de la comunidad y a obtener la visión de la gente respecto a sus problemas (entrevistas semi-estructuradas). Son de aplicación general en cualquier etapa del proceso, no debe olvidarse que éstas se pueden usar en forma integrada (Geilfus, 2009). Se diseña en forma de guion con preguntas abiertas que permitan que el entrevistado de información detallada sobre el tema, el objetivo de la entrevista es recopilar información cualitativa sobre el grupo poblacional (Murray y Rossi, 2007).

Observación de campo.- Esta técnica recolecta información que será analizada posteriormente usando las técnicas de visualización en campo de forma grupal (Geilfus, 2009). Pueden ser recopiladas durante la realización de las actividades. El encargado de llevar a cabo la investigación debe anotar las principales observaciones relacionadas con la calidad del trabajo de campo, para de esta manera utilizar la información en las reuniones de equipo o de supervisión para monitorear la calidad de las actividades desarrolladas en campo (Murray y Rossi, 2007).

Lluvia de Ideas.- La lluvia de ideas propone obtener información adecuada, en forma rápida, trabajando en asamblea o con un grupo reducido de personas involucradas en la problemática estudiada. A diferencia de la entrevista, los temas son más abiertos y se busca recoger todas las ideas y percepciones de la gente (Geilfus, 2009).

Marco lógico.- Es una metodología que facilita los procesos de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos; se enfoca principalmente en la orientación por objetivos, hacia grupos beneficiarios y a facilitar la participación entre las partes interesadas (ILPES, 2005 en Sánchez, 2007).

Según Sánchez (2007), es una metodología de “ayuda para pensar” más no un sustituto para el análisis creativo, permite dicho análisis y presentar resumidamente aspectos diferentes de un proyecto; es una guía que acompaña para toda la evaluación de un proyecto o programa.

Características del marco lógico.-De acuerdo a Ortegón, Pacheco y Prieto (2005), el método del marco lógico en un principio fue elaborado para responder a tres problemas frecuentes en los proyectos:

- Planificación de proyectos faltos de precisión, con varios objetivos no claramente relacionados con las actividades del proyecto.
- Proyectos que no se ejecutaban exitosamente, y la responsabilidad de la persona encargada del proyecto no estaba claramente definida.
- Y no existía una imagen clara de cómo luciría el proyecto si tuviese éxito, y los evaluadores no tenían una base objetiva para comparar lo que se planeaba con lo que sucedía en la realidad.

Ahora bien, enfrentando estos problemas el método provee además varias ventajas sobre enfoques menos estructurados como:

- Aporta con terminologías uniformes que facilita la comunicación y participación, y sirve para reducir ambigüedades.
- Contribuye con un formato para llegar a acuerdos acerca de los objetivos, metas y riesgos de un proyecto.
- Provee un temario analítico común que pueden ser utilizado por los involucrados, los consultores y el equipo de proyecto para elaborar el proyecto como el informe del mismo, y para interpretación de éste.
- Orienta el trabajo técnico en los aspectos críticos y puede reducir los documentos de un proyecto en forma considerable.
- Dota de información para organizar y preparar de manera lógica el plan de ejecución de un proyecto.
- Suministra información necesaria para la ejecución, monitoreo y evaluación de un proyecto.
- Proporciona una estructura para expresar la información más importante sobre un proyecto en un solo cuadro.

Diferencias entre metodología del marco lógico y matriz de marco lógico.-Es importante diferenciar entre lo que se conoce como Metodología de Marco Lógico y la Matriz de Marco Lógico (*tabla 2.1*):

TABLA 2.3. Diferencias entre metodología del marco lógico y matriz de marco lógico

METODOLOGÍA DE MARCO LÓGICO	MATRIZ DE MARCO LÓGICO
Es el análisis del problema, análisis de los involucrados, jerarquía de objetivos y selección de una estrategia de implementación óptima	Es el producto de la metodología analítica del marco lógico, misma que resume el propósito de un proyecto (que pretende hacer y cómo), cuáles son los supuestos claves y cómo los insumos y productos serán de este serán monitoreados y evaluados

FUENTE: Ortegón, E. et al. 2005

ELABORADO POR: Las Tesistas

Etapas del marco lógico.-La metodología presenta dos etapas, que se desarrollan en fases de identificación y diseño del ciclo de vida del proyecto:

- Identificación del problema y alternativas de solución, en la cual se analiza la situación existente para crear una visión de la situación deseada y seleccionar las estrategias que se emplearán para conseguirla; la idea principal es que los proyectos se diseñan para resolver problemas de los beneficiarios (hombres y mujeres) y responder a sus necesidades e intereses, para la realizar el análisis existen cuatro maneras: el análisis de involucrados, el análisis de problemas, el análisis de objetivos y el análisis de estrategias (Ortegón et al. 2005).
- La etapa de planificación, en la que la idea del proyecto se convierte en un plan operativo práctico para la ejecución. En esta etapa se elabora la matriz de marco lógico. Las actividades y los recursos son definidos y visualizados en cierto tiempo (Ortegón et al. 2005).

2.10. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Existen varios instrumentos legales para la aplicación de normas para minimizar los posibles impactos ambientales que produce la actividad productiva, este marco legal está establecido en las Leyes, Reglamentos, Acuerdos, Decretos Nacionales y Convenios Internacionales.

2.10.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

R.O. 20 de octubre de 2008.

La Constitución es la norma jurídica fundamental del Estado y es el sustento del ordenamiento jurídico. Está dirigida a garantizar y consagrar los derechos de los ciudadanos de manera general, los que a su vez son desarrollados a través de legislación secundaria como leyes orgánicas y ordinarias, reglamentos, ordenanzas, decretos, entre los principales. Según lo expresado anteriormente, a continuación se destacan algunos artículos de la Constitución que tiene relación directa con la presente investigación.

ART. 14.-Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

En este sentido, la realización de los estudios de la calidad del agua contribuye de manera significativa a concienciar a la población respecto al mejoramiento del proceso potabilizador y derecho al consumo de agua saludable en concordancia con el equilibrio ambiental de sus fuentes.

ART. 15.-El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto.

La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

En relación con este artículo, el presente estudio prevé el uso de la tecnología para la investigación de índices bióticos que permitan evidenciar la calidad de agua de la comunidad de El Chical, y de esta manera promover el uso de esta metodología limpia y de bajo costo.

ART. 32.-La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

En referencia al artículo anterior, se aprecia claramente que el Estado garantiza el acceso al agua por parte de las personas, por ende, el agua debe contar con la calidad suficiente para asegurar un estado de salud adecuado que aporte igualmente a una buena calidad de vida de su población.

ART. 71.-Se describe a la Naturaleza y se le otorga el derecho al respeto integral de su existencia, su mantenimiento y sus ciclos vitales. Así mismo, se establece que toda persona puede exigir el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Es decir, cualquiera puede representarla ante el Estado.

Como se puede analizar, el Ecuador es uno de los países pioneros en reivindicar los derechos de la naturaleza en su Constitución Política, por ende el promover estudios de la calidad de agua con un monitoreo adecuado ratifica y se alinea al compromiso estatal expresado en su carta magna.

ART. 411.-El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Según lo expuesto en el artículo anterior se puede deducir que el Estado es el ente encargado de velar por el mantenimiento presente y futuro de los recursos hídricos; aspecto que se relaciona de forma directa con la salud de la población y también con la seguridad alimentaria.

ART. 412.-La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.

En este sentido, se podría deducir que el organismo gubernamental que tiene previsto realizar la gestión del agua será un ente coordinador que promoverá el trabajo participativo y comunitario para la provisión de agua a todos los ecuatorianos.

2.10.2. LEY DE AGUAS: DE LA CONSERVACIÓN Y CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS.-Codificación 16, Registro Oficial 339 de 20 de Mayo del 2004.

ART. 20.- A fin de lograr las mejores disponibilidades de las aguas, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, prevendrá, en lo posible, la disminución de ellas, protegiendo y desarrollando las cuencas hidrográficas y efectuando los estudios de investigación correspondientes.

Este artículo manifiesta la responsabilidad directa de dicho Consejo respecto a la optimización de las cuencas hidrográficas y los estudios investigativos que se requieran para este propósito.

ART. 21.- El usuario de un derecho de aprovechamiento, utilizará las aguas con la mayor eficiencia y economía, debiendo contribuir a la conservación y mantenimiento de las obras e instalaciones de que dispone para su ejercicio.

Asimismo el artículo precedente, ilustra el adecuado uso racional que todo ciudadano ecuatoriano debe dar a los recursos hídricos cualquiera sea su actividad económica.

ART. 22.- Prohíbese toda contaminación de las aguas que afecte a la salud humana o al desarrollo de la flora o de la fauna.

El Consejo Nacional de Recursos Hídricos, en colaboración con el Ministerio de Salud Pública y las demás entidades estatales, aplicará la política que permita el cumplimiento de esta disposición.

El artículo anterior expone claramente la prohibición existente de realizar acciones de contaminación a los recursos hídricos, so pena de ser sancionado.

2.10.3. TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA

LIBRO VI: DE LA CALIDAD AMBIENTAL

ANEXO 1: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA

La presente norma ambiental se encuentra bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional. En su numeral, 4.1.20 se establece los

Criterios de calidad para aguas de consumo humano y uso doméstico y manifiesto que la misma se emplea en actividades como:

- a) Bebida y preparación de alimentos para consumo.
- b) Satisfacción de necesidades domésticas, individuales o colectivas, tales como higiene personal y limpieza de elementos, materiales o utensilios.
- c) Fabricación o procesamiento de alimentos en general.

Esta Norma se aplica durante la captación de la misma y se refiere a las aguas para consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieran de tratamiento convencional y desinfección, deberán cumplir varios criterios especificados en el TULAS, Libro VI: De la calidad del ambiente (*ver anexo 3.4: Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional y desinfección*).

En este sentido, las personas deben evitar utilizar el agua para otros fines que no sean los mencionados en esta normativa. Aun cuando se pague un valor por el agua potable, este importe no significa que podemos malgastarla o utilizarla para fines que no se ajusten a las normas de sostenibilidad.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

En este capítulo se realiza una descripción completa y concisa de los diferentes procedimientos, técnicas, instrumentos y materiales utilizados para la recolección de datos en la investigación.

3.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque sobre el cual gira el presente estudio es de tipo cuali-cuantitativo, es decir se combinan ambos paradigmas de investigación el cualitativo y cuantitativo (Herrera, Medina y Naranjo, 2008).

El aspecto cuantitativo está expuesto en la recopilación taxonómica del número de especies a identificarse, de igual forma con la utilización de la estadística descriptiva, operaciones e indicadores numéricos descritos en general en las tablas de resultados que se presentan más adelante.

Con respecto al cualitativo se expresa a través de las características biológicas de los especímenes para su identificación y en la determinación de qué tipo de calidad de agua tiene el cauce a través de la presencia y ausencia de los organismos.

3.2. MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

Las modalidades de investigación que se han utilizado en el presente estudio son las siguientes:

3.2.1. INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL

Consiste en la recopilación de varios autores referentes a la temática de estudio de calidad del agua y plan de monitoreo. Es necesario resaltar, que las fuentes seleccionadas son las más actuales que se dispone tanto en la web como en bibliotecas universitarias, asimismo todas cuentan con ISBN e ISSN.

3.2.2. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Se utilizó esta modalidad en la recolección de muestras de macroinvertebrados, fitoplancton y de agua para análisis físico-químico de varios sitios seleccionados, misma que ha sido fundamental porque ha permitido obtener la información de primera mano para luego analizarla y procesarla en el laboratorio.

3.2.3. INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO

Consiste en el análisis de laboratorio, mismo que se resume en cuatro pasos:

- Decantación (Sedimentación y acumulación de organismos).
- Utilización de microscopio (para conteo de fitoplancton).
- Utilización de estereoscopio (para reconocimiento de macroinvertebrados).
- Claves dicotómicas (para reconocimiento de especímenes).

Posteriormente, se desarrolló la fase de gabinete que consiste en la recopilación de datos (observados en el laboratorio), aplicación de índices y planteamiento preliminar de una propuesta de solución al problema.

3.3. VARIABLES DEL ESTUDIO

Las variables identificadas para esta investigación son:

- Calidad de agua (Variable independiente).
- Plan de monitoreo (Variable dependiente).

Asimismo, existe el análisis inicial del problema que constituye un tipo de variable diagnóstica en donde se identifica al problema, sus causas y efectos.

3.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN UTILIZADOS

Los métodos de investigación utilizados son los siguientes:

3.4.1. MÉTODO DE RECOLECCIÓN “IN-SITU”

Hace referencia a las actividades de colecta de muestras de agua y microorganismos in-situ donde se desarrolla la investigación, es decir, en la quebrada, cuya agua posteriormente es consumida por la comunidad.

3.4.2. MÉTODO ANALÍTICO APLICADO A LABORATORIO

Este método se basa en el estudio minucioso de las características biológicas de cada organismo encontrado; mediante la utilización de equipos técnicos como el microscopio y estereoscopio.

3.5. DESARROLLO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Para la realización de la presente investigación se utilizó:

3.5.1. RECURSOS UTILIZADOS

En la ejecución de la investigación se emplearon recursos humanos y materiales, los cuales se describen a continuación:

3.5.1.1. RECURSOS HUMANOS

El talento humano que colaboró con la realización de esta investigación fue el siguiente:

- Director de Tesis y lectores.
- Investigadoras del proyecto.
- Miembros de la Junta Administra de Agua Potable.
- Comunidad de El Chical.

3.5.1.2. RECURSOS MATERIALES

Los materiales y equipos (*tabla 3.1*) empleados dentro de la investigación fueron:

TABLA 3.1. Materiales y Equipos

MATERIALES Y EQUIPOS				
CALIDAD DEL AGUA				
CAMPO		LABORATORIO	OFICINA	SOFTWARE
GPS (Sistema de Posicionamiento Terrestre)	Móvil y sensor de medio ambiente y temperatura	Estereoscopio	Computadora	Arc View 10,1
Libreta de campo	Listas de chequeo	Microscopio	Impresora	Microsoft Word
Red Surber	Red de arrastre plancton de 24us	Cámara Sedwin Rafter	Resmas de papel tamaño A4	Microsoft Excel
Lápiz para etiquetas	Etiquetas	Cubre objetos	Material de escritorio	Microsoft PowerPoint
Cronómetro	Flexómetro de 100m	Cajas Petri		
Cámara fotográfica y Filmadora	Contenedor plástico de 40 litros de capacidad	Pinzas		
Transeum	Formalina	Agujas de disección		
Culer	Rollo de piola	Pipetas pauster		
Estacas de madera de 50 cm	Envase plástico de 4 litros	Claves de dicotómicas		
Envases plásticos de 200 ml	Gotero de 10ml	Láminas de identificación		
Envases plásticos de 1 litro	Guantes	Bandeja blanca		
Pinzas	Vaso de medición	Tubos de ensayo		
Cintas de color	Cinta adhesiva			
Tijeras	Impermeables			
Botas de caucho				
PLAN DE MONITOREO				
Infocus	Computador	Papelones	Tizas liquidas	Material de escritorio

ELABORADO POR: Las Tesistas

3.5.2. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA

Para determinar la calidad del agua se desarrollaron varias fases que permitieron evaluar la misma; lo cual aportó información relevante sobre la caracterización física del área de estudio y el estado trófico del ecosistema acuático, se detallan a continuación:

3.5.2.1. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio considerado fue la Quebrada San José, por ser el sitio donde la comunidad capta agua para su consumo; se encuentra ubicada en la parroquia El Chical, perteneciente al cantón Tulcán, localizada al suroeste de la comunidad El Chica la 6 km aproximadamente; la longitud de la microcuenca es 2,32 km (*anexo 1, Mapa 1: Ubicación del área de estudio*). De acuerdo al mapa hidrológico la quebrada confluye en el Río Pablo (*anexo 1, Mapa 3: Hidrológico*). El tipo de clima predominante es Tropical Megatérmico Húmedo (*ver anexo 1, Mapa 6: Climático*).

El área presenta suelos de tipo: Inceptisoles, suborden Andept (*anexo 1, Mapa 4: Suelos*) que se caracterizan por ser suelos que se desarrollan en climas húmedos cálidos, presentando un alto contenido de materia orgánica. Según el mapa de uso de suelo, la quebrada presenta dos tipos de uso representados en porcentaje uno de 70% bosque intervenido y 30% de vegetación arbustiva (Bi/Va); y otro de 70% de pasto cultivado y 30% de cultivos de ciclo corto (Pc/Cc) (*anexo 1: Mapa 5: Uso actual del suelo*).

3.5.2.2. DESCRIPCIÓN DE LAS FASES PARA LA EVALUACIÓN DE CALIDAD DE AGUA

Para la recolección de muestras de agua, se desarrolló las siguientes fases:

FASE DE CAMPO.- Análisis del hábitat y selección de sitios de monitoreo, recolecta de muestras de macroinvertebrados y fitoplancton, mediciones físico – químicas del ambiente con kit portátil, medición del caudal y colecta de muestras de agua para análisis físico - químicos y microbiológicos.

FASE DE LABORATORIO.- Identificación taxonómica y recuento de especímenes.

FASE DE GABINETE.- Aplicación de índices de diversidad e índices biológicos para la evaluación de la calidad del agua de la Quebrada San José, comparaciones estadística entre los sitios de monitoreo.

i. FASE CAMPO

La fase de campo se ejecutó durante cuatro meses, con una duración de cinco a ocho horas en el día. Para el monitoreo de macroinvertebrados y fitoplancton se realizó un análisis del lecho mediante revisión del hábitat y sus alrededores, observando que áreas están o no afectadas por presencia de actividades antropogénicas (Carrera y Fierro, 2001; Mafla, 2005), reportando en un checklist (lista de chequeo) elaborada previamente en gabinete (*ver anexo 2, Formato 1; Lista de chequeo para la caracterización de los sitios de monitoreo de macroinvertebrados y fitoplancton*).

TIPO DE MONITOREO DESARROLLADO.-El monitoreo utilizado para el presente estudio fue de tipo intencional. En este sentido, los sitios fueron seleccionados según el criterio de las investigadoras (Herrera et al. 2008); además, cabe resaltar que existen tres razones fundamentales, estas son:

- a) El predio de la Junta Administradora de Agua Potable se encuentra ubicado en la Zona Baja de la microcuenca.
- b) La accesibilidad para recolección de muestras.
- c) Requerimiento de recolección en 3 zonas claramente definidas: zona no intervenida, zona de transición y zona intervenida (zona de captación).
- d) Tipo uso de suelo en el cual se define claramente dos tipos de uso (*figura 3.1*).

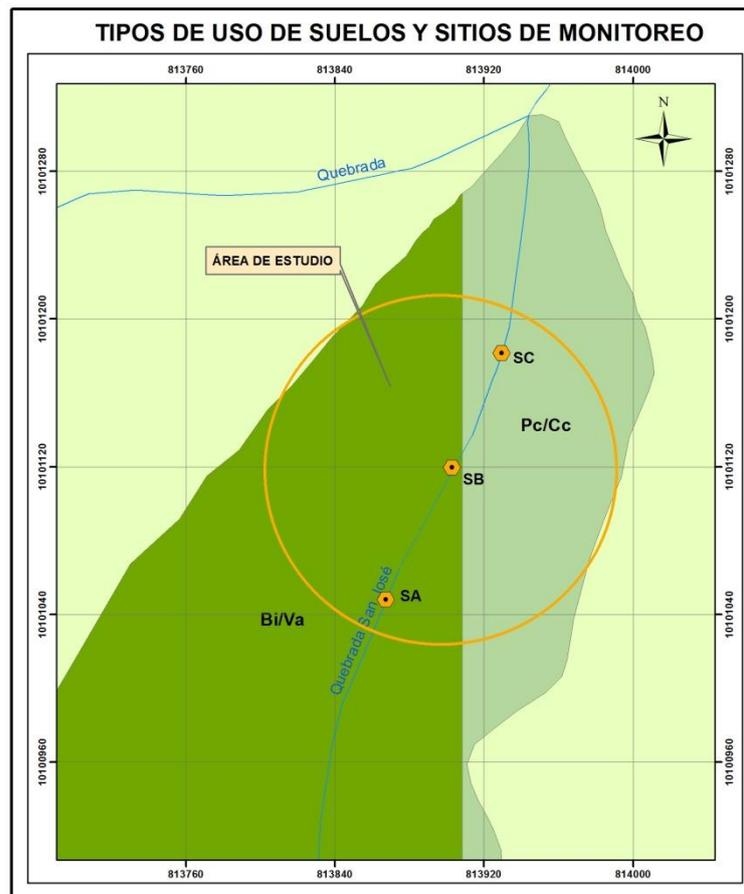


FIGURA 3.1. Tipos de uso de suelo y sitios de monitoreo
ELABORADO POR: Las Tesis

Por consiguiente los sitios fueron los siguientes:

a) SITIO A (PUNTO DE CONTROL 1)

✚ UBICACIÓN

El Sitio A, se encuentra ubicada en la parte norte del sistema lotico, a una altitud de 1427 msnm (*ver anexo 1, Mapa 2: Mapa Base*).

✚ COORDENADAS

Dentro de este sitio de estudio se subdividió en tres puntos de monitoreo con las siguientes coordenadas planas en la Zona 17 Sur, WGS84:

PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
X: 813840	X: 813837	X: 813830
Y: 10100934	Y:10100949	Y: 10100943
Altitud: 1430 msnm	Altitud: 1427 msnm	Altitud:1426 msnm

✚ CARACTERÍSTICAS

El sitio presentó vegetación densa (bosque intervenido y vegetación arbustiva), las especies vegetales predominantes son: Rascadera –*Xanthosoma sagittifolium*, Cadillo - *Bidens pilosa*, Bromelia – *Tillandsia sp.* y Helecho arbóreo –*Cyathea albifrons*; pendiente fuerte, afloramientos rocosos, drenajes torrentosos, con profundidades entre 0,5 a 1 m y de ancho entre 1,5 a 3 m aproximadamente, el caudal determinado fue de 0,44 m³/s. No existen vías ni senderos de acceso. La temperatura medida in-situ varía entre de 21,7 °C a 23,96 °C, con un promedio de 78,95% de humedad relativa (ver anexo 3.1. Tabla 3.1.1: Mediciones digitales medio ambiente – sitio A).

b) SITIO B (PUNTO DE CONTROL 2)

✚ UBICACIÓN

El Sitio B, se encuentra ubicada en la parte noreste a una altitud promedio de 1368 msnm (ver anexo 1, Mapa 2: Mapa Base).

✚ COORDENADAS

Al igual que el sitio anterior se subdividió en tres puntos de monitoreo con las siguientes coordenadas planas en la Zona 17 Sur, WGS84:

PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
X: 813861	X: 813865	X: 813899
Y:10101018	Y: 10101007	Y: 10101023
Altitud: 1382 msnm	Altitud: 1368 msnm	Altitud: 1357 msnm

CARACTERÍSTICAS:

Sitio de transición entre el A y C, las especies vegetales predominantes fueron: Cadillo - *Bidens pilosa*, Cedro de Guayana- *Cedrela odorata*, Arrayan – *Myrcianthes leucoxylla*, Helecho arbóreo – *Cyathea albifrons*, Yarumo – *Cecropia peltata*, Corozo de teta – *Bactris minor*, Chilca – *Baccharis latifolia*, Dormidera – *Mimosa púdica* y Rascadera – *Xanthosoma sagittifolium*; presentó pendiente moderada a fuerte, afloramientos rocosos y sin olor, drenajes medianamente torrentosos y mayor presencia de pozos, con profundidades entre 0,5 a 1,5 m y ancho entre 2,5 a 4 m aproximadamente, el caudal determinado es de 0,45m³/s. El nivel de accesibilidad es medio. La temperatura medida in-situ varía entre 22,1 °C a 25,13 °C, con un promedio de 76,38% de humedad relativa (ver anexo 3.1., Tabla 3.1.2.: Mediciones digitales medio ambiente – sitio B).

c) SITIO C (PUNTO DE CONTROL 3)

UBICACIÓN

El Sitio C, se encuentra ubicado en la parte noreste a una altitud promedio de 1348 msnm (ver anexo 1, Mapa 2: Mapa Base).

COORDENADAS

Los tres puntos subdivididos de monitoreo fueron las siguientes con coordenadas planas en la Zona 17 Sur, WGS84:

PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
X: 813880	X: 813889	X: 813887
Y: 10101063	Y: 10101060	Y: 10101068
Altitud: 1350 msnm	Altitud: 1348 msnm	Altitud: 1347 msnm

CARACTERÍSTICAS

El sitio presentó influencia antropogénica, bosque intervenido, cultivos y pastizales; además, se localiza el sistema de captación de agua potable para la comunidad,

considerando esta como zona intervenida, las especies vegetales predominantes fueron: Cedro de Guayana- *Cedrela odorata*, Arrayan – *Myrcianthes leucoxylla*, Guadua - *Guadua angustifolia*, Plátano – *Musa paradisiaca*, Helecho arbóreo – *Cyathea albifrons*, Yarumo – *Cecropia peltata*, Guayaba– *Psidium guajava*, Corozo de teta – *Bactris minor*, Chilca – *Baccharis latifolia*, Árbol de Caucho - *Ficus elástica*, Dormidera - *Mimosa púdica*, Bromelia – *Tillandsia sp.*, Rascadera – *Xanthosoma sagittifolium*, Mora silvestre – *Rubus ulmifolius* y Yuca – *Manihot esculenta*. El caudal determinado fue de 0,25m³/s. La temperatura medida in-situ varía entre de 20,6 °C a 24,4 °C, con un promedio de 77,73% de humedad relativa (ver anexo 3.1., Tabla 3.13.: Mediciones digitales medio ambiente – sitio C).

TÉCNICAS DE MONITOREO PARA MACROINVERTEBRADOS.-Se aplicó dos técnicas para la obtención de muestras, de acuerdo a las características del área de estudio; estas técnicas fueron seleccionadas por ser sencillas, de bajo costo y gran eficiencia en este campo, estas son:

PIEDRAS Y HOJARASCA.- Se realiza en cualquier río de fondo pedregoso y con vegetación, mediante esta técnica se buscó cuidadosamente los macroinvertebrados en las piedras y hojas que se encuentran en el fondo, en la superficie y en la orilla de la quebrada. Se fijó un tiempo de 30 minutos por sitio de monitoreo para coleccionar los macroinvertebrados (Carrera y Fierro, 2001; Mafla, 2005).

RED DE SURBER.-Esta técnica utiliza una red sujeta a un marco metálico, en forma de L, en la cual removiendo el fondo del río se puede recolectar macroinvertebrados (Ramírez, 2010). Para la realización de esta técnica en cada sitio se consideró un transecto de 120 m mismo que fue subdividido en 3 puntos con una extensión de 40 m cada uno, con la finalidad de recoger material suficiente y representativo del hábitat para ser analizado posteriormente en laboratorio. Luego la red se colocó contra corriente, donde el agua es más corrientosa removiendo con la mano durante un minuto, el fondo que está dentro de la base o marco; colocándose a un lado de la red, de modo que el cuerpo no bloquee la corriente de agua e impida el ingreso de sedimento a la red (Carrera y Fierro, 2001).

Esta operación se repitió cuatro veces más en el sitio, en seguida se tomó el material recolectado en la red y se colocó en una bandeja blanca se escogió los organismos separándolos de otros cuerpos como arena o restos de hojas u otros y se los depositó en frascos herméticamente cerrados con formalina al 5% y 50 ml agua de la misma quebrada, previamente preparados (Ramírez, 2010), se etiquetó las muestras; en la etiqueta se especificó: el nombre de la quebrada, número de muestra, sitio de recolección, fecha y colectores; por último se trasladaron al laboratorio para ser analizadas (Mafla, 2005).

TÉCNICA DE MONITOREO PARA FITOPLANCTON

FILTRACIÓN DE FITOPLANCTON.-Para la recolección de muestras de fitoplancton, se realizó la técnica de filtración de fitoplancton con la utilización de la red de arrastre de fitoplancton de 24 μ , malla fina para colecta de plancton (Ramírez, 2010) y de igual forma que para el monitoreo de macroinvertebrados, se trabajó en los 3 puntos seleccionados.

Considerando que la quebrada San José es poco profunda y corrientosa, con un recipiente graduado se recogió 40 litros de agua, cubriendo toda el sitio de monitoreo desde la orilla derecha a la orilla izquierda, superficie y profundidad, estos fueron ubicados en un contenedor de 40 litros de capacidad y se filtró los 40 litros de agua a través de la red de plancton (Streble y Krauter, 2005).

Una vez filtrada el agua se midió 100 ml y se colocó en frascos herméticamente cerrados de 250ml (Moreno, Tapia, González y Figueroa, 2008; García, Molina, Quiroz, Trujillo, y Díaz, 2011), que contenían 100 ml de Transeum o fórmula 6:3:1 (60% de agua destilada, 30% de alcohol potable y 10% de formol), para fijación de la muestra (Gallo y Apolo, 2012; Streble y Krauter, 2005), previamente preparado en laboratorio, se colocó en un contenedor de refrigeración (hielera).

Se trasladó las muestras al laboratorio para reconocimiento y conteo de organismos. Se repitió el mismo procedimiento para cada sitio de monitoreo. Finalmente, se tomó la ubicación geográfica con el GPS para la elaboración de mapas temáticos, toma de

fotografías, mediciones de parámetros para el cálculo del caudal, medición de parámetros físicos-químicos del ambiente externo con el kit portátil de mediciones físico- químicas y recolecta muestras de agua para análisis físico - químicos y microbiológicas en laboratorio.

i. FASE DE LABORATORIO

La fase de laboratorio se desarrolló en laboratorio de Biología y Química de la Universidad Técnica del Norte durante cuatro meses. Esta fase se subdividió en el reconocimiento y recuento de fitoplancton e identificación taxonómica y conteo de macroinvertebrados.

IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA Y CONTEO MACROINVERTEBRADOS.-Dentro de esta fase se analizaron las muestras obtenidas con la ayuda de un estereoscopio y claves dicotómicas especializadas en el tema, identificando a los especímenes en división, familia, género y en lo posible especies y finalmente se procedió a realizar el conteo de individuos (Mafla, 2005).

RECONOCIMIENTO Y RECUENTO DE FITOPLANCTON.- Al igual que macroinvertebrados, se realizó la identificación de los especímenes en división, familia, género y en lo posible especies con la ayuda de un microscopio y claves dicotómicas especializadas en el tema, finalmente se realizó el recuento de individuos (Streble y Krauter, 2005).

En cuanto a la baja densidad de organismos, se ejecutó la metodología de sedimentación (decantación) de muestras propuesta por Utermöhl, de forma manual por no disponer de sedimentadores en el laboratorio. El tiempo establecido para esta metodología fue de cuatro días tomando en cuenta el fijador utilizado (Transeau) y el volumen de muestras (Hasle, 2001); en cada día de decantación se fue retirando con una pipeta Pasteur 50 ml de la muestra hasta obtener 50 ml de muestra final concentrada (Utermöhl, 1958). Se repitió el procedimiento para las muestras restantes.

Para el recuento de la submuestra de fitoplancton se homogeneizó la concentración de 50 ml para obtener la distribución homogénea de los organismos, se extrajo 4 ml que se

colocaron en un tubo ensayo ayudados de una pipeta Pasteur, luego se tomó 1 ml del tubo de ensayo y se colocó en la cámara de Sedgwick-Rafter cubriendo la misma con un cubre objetos de una onza, se realizó un barrido de placa, con lente objetivo de 40 X y un ocular de 10 X, en el que se fue conociendo y contabilizando los organismos presentes en 1 ml. Se repitió el procedimiento para un total de 4 ml (Gallo y Apolo, 2012; Streble y Krauter, 2005).

Finalmente se ordenó y procesó la información obtenida tanto de macroinvertebrados como de fitoplancton para la aplicación de índices y determinación de la calidad del agua.

ii. FASE DE GABINETE

Esta fase en la investigación tuvo una duración de aproximadamente tres meses para la elaboración del informe, y dos meses más para revisión, corrección y presentación del informe final. De forma interna, en esta fase se realizó lo siguiente:

- Análisis de resultado con aplicación de índices de diversidad y biológicos para la evaluación de la calidad del agua de la quebrada “San José”.
- Comparaciones estadísticas de la calidad de agua entre los sitios de monitoreo.

ANÁLISIS DE RESULTADO CON APLICACIÓN DE ÍNDICES DE DIVERSIDAD Y BIOLÓGICOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADA SAN JOSÉ.-Los datos obtenidos fueron desarrollados e interpretados de acuerdo a los siguientes índices:

ÍNDICE DE DIVERSIDAD.-Son índices que incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitabilidad. El valor estimado de estos puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitabilidad. Lo que quiere decir, que el mismo puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitabilidad o de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad.

Índice de Diversidad de Shannon y Weaver.-Según Shannon y Weaver (2000), este índice mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar proveniente de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S . Se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$H = -(\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i) ;$$
$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

En donde:

S = número total de especies presentes en la muestra.

P_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): $\frac{n_i}{N}$.

n_i = número de individuos de la especie i .

N = número de todos los individuos de todas las especies.

De esta manera, el índice contempló la riqueza de especies y *abundancia* de individuos en el área de estudio. A mayor valor del índice indica una mayor **biodiversidad** del ecosistema y por ende su calidad.

El índice considera que los valores inferiores a 1,5 representan Diversidad Baja, los valores entre 1,6 a 3,4 como Diversidad Media y los valores iguales o superiores a 3,5 como Diversidad Alta.

ÍNDICE EPT (EPHEMEROPTERA, PLECÓPTERA, TRICHOPTERA).-Este índice permitió analizar tres grupos de macroinvertebrados, puesto que son bioindicadores de buena calidad de agua porque se manifiestan como los más sensibles a los contaminantes presentes en un ecosistema acuático.

El índice se calculó sumando las puntuaciones (abundancia de individuos) por cada familia presente en la muestra perteneciente a los órdenes Ephemeropterao moscas de mayo, Plecópterao moscas de piedra y Trichoptera; luego se dividió el total de EPT presentes para

el total de abundancia de individuos y se multiplicó por cien para obtener un cierto porcentaje (Carrera y Fierro, 2001), como se especifica a continuación en la siguiente fórmula:

$$\text{CALIDAD DE AGUA} = \text{EPT TOTAL} \div \text{ABUNDANCIA TOTAL} \times 100$$

El análisis del valor obtenido se lo realizó de acuerdo a la tabla 3.2. Calificaciones para el Índice de Calidad de Agua aplicando EPT.

TABLA 3.2. Calificaciones para el Índice de Calidad de Agua aplicando EPT

EPT	CALIDAD
75 – 100%	Muy buena
50 – 74%	Buena
25 – 49%	Regular
0 – 24%	Mala

FUENTE: Carrera, C. y Fierro, K, 2001

ÍNDICE BMWP (BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY).-Este índice permitió evaluar la calidad del agua de forma cualitativa (presencia /ausencia) teniendo en cuenta el nivel taxonómico de familias de macroinvertebrados acuáticos (*tabla 3.3*), donde el máximo puntaje se le asigna a las especies sensibles indicadoras de aguas limpias con un valor de 10 y el mínimo a las tolerantes indicadoras de mayor contaminación con el valor de 1, para el resto de familias fluctúa entre 9 y 2 según el grado de tolerancia o sensibilidad que estos organismos presenten frente a la contaminación (Zamora Muños y Alba – Tercedor, 2006 y Mafla, 2005).

TABLA 3.3. Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuático para el índice BMWP

FAMILIAS	PUNTUACIÓN BMWP
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blephariceridae, Calamoceratiade, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Oligoneuridae, Odontoceridae, Perlidae, Ptilodactylidae, Polythoridae, Psephenidae.	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae.	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Philopotamidae, Saldidae, Simuliidae, Vellidae.	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Dryopidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.	6
Belostomatidae, Dugesiidae, Gelastocoridae, Hydropsychidae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae, Notonectidae.	5
Curculionidae, Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeriidae, Lymnaeidae, Hhydraenidae, Hydrometridae, Pshycodidae, Scarabidae, Noteridae.	4
Eratopogonidae, Glossiphonidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae.	3
Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Sciomyzidae.	2
Oligochaeta, Tubicidae.	1

FUENTE: Roldán, G., 2003; Roldán, G. y Ramírez, J., 2008

Para la obtención del valor de este índice (*tabla 3.4*), se realizó la suma del número total de las puntuaciones obtenidas por la presencia de dichas familias, el valor oscila desde 15 para aguas severamente contaminadas hasta de 120 donde se encuentran familias de aguas limpias. Finalmente se comparó el valor obtenido con el cuadro de criterios de calidad.

TABLA 3.4. Clases de calidad de agua, valores BMWP, Criterios de Calidad y colores para representaciones cartográficas de corrientes.

CLASE	CALIDAD	BMWP	SIGNIFICADO	COLOR
I	BUENO	150 101 – 120	Aguas muy limpias, no contaminadas o poco alteradas.	Azul
II	ACEPTABLE	61 – 100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
III	DUDOSA	36 – 60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	CRITICA	16 – 35	Aguas de calidad mala, muy contaminadas.	Naranja
V	MUY CRITICA	<15	Aguas fuertemente contaminadas.	Rojo

FUENTE: Roldán, G. y Ramírez, J., 2008

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.-Este análisis toma en cuenta el grado de sensibilidad (tabla 3.5) que tienen las diferentes familias de macroinvertebrados a los contaminantes. A cada macroinvertebrados se le ha asignado un número que indica su sensibilidad a los contaminantes. Estos números van del 1 al 10. El 1 indica el menos sensible, y así, gradualmente, hasta el 10 que señala al más sensible (Carrera y Fierro, 2001).

TABLA 3.5. Valores de sensibilidad para las diferentes familias de macroinvertebrados

CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD	CLASIFICACIÓN	SENSIBILIDAD
Anisoptera	8	Leptoceridae	9
Bivalvia	Sv	Leptohyphidae	7
Baetidae	7	Leptophlebiidae	9
Ceratopogonidae	3	Naucoridae	7
Chironomidae	2	Oligochaeta	1
Corydalidae	6	Oligoneuridae	10
Elmidae	6	Perlidae	10
Euthyplociidae	9	Philopotamidae	8
Gastropoda	3	Psephenidae	10
Glossosomatidae	7	Ptilodactylidae	10
Gordioidea	3	Pyralidae	5
Hirudinea	3	Simuliidae	8
Hydrachnidae	10	Tipulidae	3
Hydrobiosidae	9	Veliidae	8
Hydropsichidae	5	Zygoptera	8
Turbelaria	5	Otros grupos	sv

FUENTE: Carrera, C. y Fierro, K., 2001

Para el cálculo de índice se sumó el valor asignado a cada familia encontrado en el estudio de acuerdo a su sensibilidad y se comparó con la tabla 3.6. Índice de Sensibilidad.

TABLA 3.6. Índice de Sensibilidad para determinar la calidad de agua

SENSIBILIDAD	CALIDAD DE AGUA	CLASIFICACIÓN
No aceptan contaminantes	Muy buena	101 – 145
Aceptan muy pocos contaminantes	Buena	61 – 100
Aceptan pocos contaminantes	Regular	36 – 60
Aceptan mayor cantidad de contaminantes	Mala	16 – 35
Aceptan muchos contaminantes	Muy mala	0 – 15

FUENTE: Carrera, C. y Fierro, K., 2001

Entre los índices bióticos considerados para la evaluación de fitoplancton se destacan los siguientes: Índice de Polución Orgánica (O.P.I) e Índice Saprobiano de Pantle – Buck.

ÍNDICE DE POLUCIÓN ORGÁNICA (O.P.I).-Este índice considera 20 de las algas más tolerantes, las cuáles Palmer derivó de los registros obtenidos en la literatura. Además, toma en cuenta que una especie de alga es registrada como presente si tiene una densidad mayor de cincuenta organismos en un ml. Para el cálculo del índice se sumó los registros de algas presentes, expresado como:

$$OPI = \sum_{i=1}^{20}$$

Para designar valores a cada género de algas, se consideró los valores designados por Palmer, 1979 (tabla 3.7).

TABLA 3.7. Valores del Índice de Polución para géneros de fitoplancton

GÉNERO	OPI	GÉNERO	OPI ^a
<i>Anacystis (Microcystis)</i>	1	<i>Micractinium</i>	1
<i>Ankistrodesmus</i>	2	<i>Navicula</i>	3
<i>Chlamydomonas</i>	4	<i>Nitzschia</i>	3
<i>Chlorella</i>	3	<i>Oscillatoria</i>	5
<i>Closterium</i>	1	<i>Pandorina</i>	1
<i>Cyclotella</i>	1	<i>Phacus</i>	2
<i>Euglena</i>	5	<i>Phormidium</i>	1
<i>Ghomphonema</i>	1	<i>Scenedesmus</i>	4
<i>Leponciclis</i>	1	<i>Stigeoclonium</i>	2
<i>Melosira (Aulacoseira)</i>	1	<i>Synedra</i>	2

FUENTE: Palmer, 1979.

Y para la interpretación de resultados a Ramírez, 2000 (tabla 3.8).

TABLA 3.8. Índices de Polución

VALORES	CARACTERÍSTICAS
Mayor o igual a 20	Alta polución orgánica.
15 – 19	Polución orgánica intermedia.
Menores que 15	Baja contaminación orgánica.

FUENTE: Ramírez, 2000

ÍNDICE SAPROBIANO DE PANTLE- BUCK.-Estos autores (1955 en Mason, 1984), tomaron el sistema de Palmer y le adicionaron el concepto de abundancia relativa de los organismos

en la muestra. Asignaron un valor “h” a la abundancia de cada especie en el grupo saprobiano y otro valor “s” a la agrupación saprobica, según la clasificación efectuada por Liebmann (tabla 3.9).

TABLA 3.9. Frecuencia y Sistema de Saprobios de Pantle-Buck

VALOR S		VALOR H	
Oligosaprófico	1	Ocasional	1
Beta_mesosaprófico	2	Frecuente	2
Alfa_mesosaprófico	3	Muy frecuente	3
Polisaprófico	4		

FUENTE: Pantle-Buck, 1984.

El cálculo del índice se realizó mediante la fórmula que Pantle y Buck modificaron:

$$s = \frac{\sum s * h}{\sum h}$$

Dónde:

s = grado de saprobiedad.

h= abundancia de cada especie.

Los valores obtenidos se interpretaron de la siguiente manera:

- 1,0 – 1,5 Ausencia de contaminación.
- 1,5 – 2,5 Contaminación orgánica débil.
- 2,5 – 3,5 Contaminación orgánica fuerte.
- 3,5 – 4,0 Contaminación orgánica muy fuerte.

Además, para conocer el nivel saprobio del ecosistema se analizó el valor obtenido de acuerdo a los valores asignados por Rakowska, 2003 (tabla 3.10).

TABLA 3.10. Valores de Saprobiedad.

VALOR	NIVEL DE SAPROBIOS	CARACTERÍSTICAS
1,0 < 1,5	I oligosaprobio	No cargado ha levemente cargado de contaminantes.
1,5 < 1,8	I/II oligosaprobio/β- mesosaprobio	Levemente cargado.
1,8 < 2,3	II β- mesosaprobio	Moderadamente cargado.
2,3 < 2,7	II/III β- mesosaprobio/α- mesosaprobio	Críticamente cargado.
2,7 < 3,2	III α- mesosaprobio	Fuertemente cargado.
3,2 < 3,5	III/IV α- mesosaprobio/ polisaprobio	Muy fuertemente cargado.
3,5 < 4,0	IV- polisaprobio	Excesivamente cargado.

FUENTE: Rakowska, 2003

COMPARACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA ENTRE LOS SITIOS DE MONITOREO CON LA PRUEBA DE KRUSKAL–WALLIS.-La comparación entre los sitios de monitoreo se la realizó utilizando los índices biológicos y de diversidad de un período de cuatro meses. Para esto se aplicó la siguiente fórmula:

$$W = \left[\frac{12}{n_T(n_T + 1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} \right] - 3(n_T + 1)$$

Dónde:

W = cantidad total de elementos en todas las muestras.

K = cantidad de poblaciones.

n_i = cantidad de elementos en la muestra i.

n_T = $\sum n_i$ = cantidad total de elementos en todas las muestras.

R_i = suma de los rangos en la muestra i.

Factores en estudio.-Los factores identificados son los bioindicadores, es decir, para esta investigación fueron:

- Macroinvertebrados
- Fitoplancton

3.5.3. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL DIAGNOSTICO PREVIO AL PLAN DE MONITOREO

Para la realización del diagnóstico previo al plan de monitoreo se utilizó una metodología netamente participativa basada en métodos y técnicas motivadoras entorno a los pobladores de la comunidad, según lo cual se utilizaron los siguientes métodos, técnicas e instrumentos:

3.5.3.1.MÉTODO UTILIZADO

ANALÍTICO SINTÉTICO.-Se aplicó este método tomando en cuenta cada una de las participaciones de los miembros de la comunidad para luego realizar una síntesis de los principales aspectos relevantes y evitar repeticiones u opiniones similares (Posso, 2009).

3.5.3.2.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Las técnicas de investigación e instrumentos de recolección de datos utilizados para la formulación del plan de monitoreo, fueron los siguientes:

TABLA 3.11. Técnicas e instrumentos utilizados para elaboración del plan de monitoreo

TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Foro participativo	Esquematización, cuadros sinópticos
Lluvia de ideas	Constelación de ideas, árbol de problemas
Elaboración participativa del plan	Documentos referentes al plan de monitoreo
Documental	Documentos referentes al marco lógico.

ELABORADO POR: Las Tesistas

3.5.3.3.DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN DE CADA TÉCNICA

FORO PARTICIPATIVO.- Se realizó mediante una reunión con los miembros de la comunidad en las cuales se socializó la necesidad de tener presente los problemas existentes sobre la calidad del agua (Murray y Rossi, 2007) y los resultados obtenidos en el primer monitoreo biológico (piloto), realizado por las investigadoras, en las cuales se utilizó el método de

lluvia de ideas (Geilfus, 2009). Con este método se logró concretar los verdaderos problemas que detectan los pobladores de la Comunidad “El Chical”.

LLUVIAS DE IDEAS.- Para el desarrollo de esta técnica se utilizó papelón y marcadores, planteando al grupo una pregunta abierta sobre calidad del agua, cada participante fue expresando una idea referente al tema, la cual fue escrita en el papelón a manera de una constelación. Al final se volvió a revisar cada una, leyendo en voz alta, se ordenaron y se seleccionaron las más relevantes para luego elaborar el árbol de problemas (Geilfus, 2009). En este proceso participo activamente los miembros de la comunidad y de la JADAP (*anexo 3.5.: Gráfico 3.5.1.: Árbol de Problemas*). Con los datos obtenidos se determinó la necesidad de elaborar un Plan de Monitoreo.

ELABORACIÓN PARTICIPATIVA DEL PLAN.- Una vez realizado el foro y la lluvia de ideas en la reunión antes mencionada se procedió a la elaboración del plan de monitoreo, se contó con la participación de la comunidad en la que se evaluó los resultados obtenidos y se estableció los impactos y alcance que tendría este en beneficio de la misma, para esto se planteó componentes que contienen objetivos, actividades a realizarse, cronograma de ejecución, costo y los posibles responsables (Sánchez, 2007; Ortegón et al.2005)

DOCUMENTAL.-Fue necesaria la investigación de bibliografía técnica referente a la metodología de planificación denominada como marco lógico. La cual según el criterio del asesor de tesis y otros expertos en la materia viene a ser la más adecuada para este tipo de planificaciones (plan de monitoreo ambiental).

En este sentido los libros que sirvieron de bases para estructurar el marco lógico fueron aquellos de los autores: Ortegón et al. (2005) y Sánchez (2007).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el estudio de campo y de laboratorio, se resumen en las siguientes líneas y tablas explicativas:

4.1.1. ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD DE LAS COMUNIDADES BENTÓNICAS Y FITOPLANCTONICAS

La investigación realizada en campo (dos meses secos y dos meses lluviosos) y laboratorio (decantación, identificación y conteo) de los sitios de monitoreo, proporcionaron la siguiente información:

4.1.1.1. DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE COMUNIDADES BENTÓNICAS MEDIANTE EL ÍNDICE DE SHANNON - WEAVER (H) DE LOS TRES SITIOS MONITOREADOS

La mayor diversidad bentónica se registró (*tabla 4.1.*) en el Sitio C con un valor promedio de $H = 2,44$; mientras que el sitio con menor diversidad fue el A con un valor de $H = 2,23$, (*ver análisis individual en anexos páginas 115 hasta 139*).

TABLA 4.1. Diversidad de comunidades bentónicas en los sitios de monitoreo

SITIOS	MESES DE MONITOREO	FAMILIAS	ESPECIES	INDIVIDUOS	SHANNON/WEAVER (H)	\bar{x}	PONDERACIÓN
A	Marzo	9	14	51	2,25	2,23	Media
	Abril	9	13	43	2,20		
	Mayo	10	17	120	2,21		
	Junio	11	18	133	2,26		

Continua

Concluye

SITIOS	MESES DE MONITOREO	FAMILIAS	ESPECIES	INDIVIDUOS	SHANNON/WEAVER (H)	\bar{x}	PONDERACIÓN
B	Marzo	8	11	53	2,01	2,29	Media
	Abril	8	18	96	2,24		
	Mayo	12	20	121	2,33		
	Junio	12	22	101	2,58		
C	Marzo	7	13	27	2,37	2,44	Media
	Abril	6	17	50	2,47		
	Mayo	12	19	93	2,46		
	Junio	12	24	100	2,46		

ELABORADO POR: Las Tesistas

4.1.1.2. DETERMINACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE COMUNIDADES FITOPLANCTÓNICAS MEDIANTE EL ÍNDICE DE SHANNON - WEAVER (H) DE LOS TRES SITIOS MONITOREADOS

En cuanto a especies fitoplanctónicas el sitio con mayor diversidad fue el A con un valor promedio de $H = 2,24$ (tabla 4.2.), en cambio con $H = 1,85$ el sitio C se pondera como el de menor diversidad (ver análisis individual en anexos páginas 140 hasta 180). Por otro lado se debe considerar que existe una mínima diferencia entre los valores promedio de diversidad del sitio A y B, por lo que al compararlos con el sitio C son los más diversos a través del monitoreo. Según los valores de Shannon- Weaver la quebrada tiene diversidad media.

TABLA 4.2. Diversidad de comunidades fitoplanctónicas en los sitios de monitoreo

SITIOS	MESES DE MONITOREO	FAMILIAS	ESPECIES	INDIVIDUOS	SHANNON - WEAVER (H)	\bar{x}	PONDERACIÓN
A	Marzo	23	33	853	2,29	2,24	Media
	Abril	21	26	670	1,94		
	Mayo	24	32	823	2,22		
	Junio	23	35	330	2,50		
B	Marzo	20	22	601	1,90	2,05	Media
	Abril	28	45	1223	2,11		
	Mayo	30	43	1835	2,24		
	Junio	16	18	232	1,93		
C	Marzo	19	27	696	1,73	1,85	Media
	Abril	19	20	423	1,85		
	Mayo	16	16	781	1,91		
	Junio	25	33	930	1,89		

ELABORADO POR: Las Tesistas

4.1.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADA SAN JOSÉ MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÍNDICES BIOLÓGICOS PARA MACROINVERTEBRADOS Y FITOPLANCTON:

El análisis de resultados realizada en gabinete de los sitios de monitoreo, proporcionaron la siguiente información:

4.1.2.1. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÍNDICES BIOLÓGICOS PARA MACROINVERTEBRADOS:

El índice ETP determinó que el agua de los sitios A, B y C, con valores promedios de 66,2%, 73,6% y 64,25% respectivamente, califican como agua de **Buena Calidad** por estar dentro de los rangos porcentuales de 50 a 74% (*tabla 3.2*). Debido a que se evidenció un mayor número de individuos pertenecientes a los grupos Ephemeroptera, Trichoptera, y Plecóptera indicadores de aguas corrientosas, limpias y bien oxigenadas. Por otro lado, el índice BMWP pondera a los tres sitios como de calidad II, es decir, **Aceptable** según sus valores promedio (*tabla 3.4*) por la mayor presencia de familias sensibles a los contaminantes. Finalmente, el índice de sensibilidad deduce que el sitio A y B son de Buena Calidad (*tabla 3.6*) puesto que los macroinvertebrados encontrados son mucho más sensibles a los contaminantes que los encontrados en el sitio C cuya calidad **Regular** y según su grado de sensibilidad aceptan pocos contaminantes (*tabla 4.3*).

TABLA 4.3. Calidad del agua de la Quebrada San José mediante la aplicación de índices biológicos para macroinvertebrados

SITIOS	MESES	ETP	CALIDAD	\bar{x}	BMWP	CALIDAD	\bar{x}	SENSIBILIDAD	CALIDAD	\bar{x}
A	Marzo	60,80%	Buena	64,20% Buena	65	Aceptable	68 Aceptable	65	Buena	61,25 Buena
	Abril	66,70%	Buena		68	Aceptable		52	Regular	
	Mayo	61,20%	Buena		65	Aceptable		65	Buena	
	Junio	68,10%	Buena		70	Aceptable		63	Buena	
B	Marzo	75,50%	Muy Buena	73,60% Buena	63	Aceptable	75,5 Aceptable	54	Regular	66,25 Buena
	Abril	75,50%	Muy Buena		66	Aceptable		57	Regular	
	Mayo	72,90%	Buena		85	Aceptable		84	Buena	
	Junio	70,50%	Buena		88	Aceptable		70	Buena	
C	Marzo	66,70%	Buena	64,25% Buena	57	Dudosa	64 Aceptable	39	Regular	51 Regular
	Abril	65,40%	Buena		47	Dudosa		47	Regular	
	Mayo	69,90%	Buena		73	Aceptable		64	Buena	
	Junio	55%	Buena		79	Aceptable		54	Regular	

ELABORADO POR: Las Tesisistas

4.1.2.2. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE ÍNDICES BIOLÓGICOS PARA FITOPLANCTON

Las medias del índice OPI determinan que en los tres sitios de monitoreo de la quebrada San José contiene **Baja Contaminación Orgánica**; sin embargo, se debe considerar que la presencia de la especie *Anacystis (Microcystis)* con más de 50 individuos en los ml analizados (en algunos meses de monitoreo) puede apuntar a un cierto grado de peligrosidad para la población que consumen esta agua, puesto que esta especie produce grandes cantidades de toxina Microcistina y su acumulación en el organismo a través del tiempo afectaría la salud de la población. Por otro lado, según los valores promedios obtenidos en los tres sitios, en base al índice Saprobiano de Pantle y Buck se deduce que el agua de la quebrada tiene **Contaminación Orgánica Débil** calificando al agua como poco contaminada y rica en oxígeno. Relacionando los valores de Rakowska con los obtenidos en la investigación (tabla 3.10), se determina que el nivel saprobio del ecosistema acuático es **β –mesosaprobio** moderadamente cargado de materia orgánica, por encontrarse dentro del rango II (tabla 4.4).

TABLA 4.4. Calidad del agua de la Quebrada San José mediante la aplicación de índices biológicos para fitoplancton

SITIOS	MESES DE MONITOREO	OPI	CALIDAD	\bar{x}	SAPROBIANO (PANTLE-BUCK)	CALIDAD	NIVEL SAPROBIO DEL ECOSISTEMA	\bar{x}
A	marzo	0	BCO	0,25 BCO	2,11	COD	β - mesosaprobio	2,18 COD
	abril	0	BCO		2,30	COD	β - mesosaprobio	
	mayo	1	BCO		2,22	COD	β - mesosaprobio	
	junio	0	BCO		2,09	COD	β - mesosaprobio	
B	marzo	0	BCO	2 BCO ¹	2,10	COD	β - mesosaprobio	2,15 COD ²
	abril	1	BCO		2,23	COD	β - mesosaprobio	
	mayo	7	BCO		2,15	COD	β - mesosaprobio	
	junio	0	BCO		2,13	COD	β - mesosaprobio	
C	marzo	1	BCO	0,75 BCO	2,00	COD	β - mesosaprobio	2,15 COD
	abril	0	BCO		2,29	COD	β - mesosaprobio	
	mayo	0	BCO		2,22	COD	β - mesosaprobio	
	junio	1	BCO		2,10	COD	β - mesosaprobio	

ELABORADO POR: Las Tesistas

¹BCO = Baja contaminación orgánica

² COD = Contaminación orgánica débil

4.1.3. COMPARACIÓN DE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA ENTRE LOS SITIOS DE MONITOREO

La comparación de la calidad de agua entre los sitios de monitoreo, se ejecutó mediante la aplicación de la prueba de Kruskal – Wallis a los índices de diversidad y biológicos empleados tanto para macroinvertebrados como para fitoplancton, con las cuales se determinó si existe diferencia significativa o si solo son diferencias aleatorias.

4.1.3.1. PRUEBA DE KRUSKAL – WALLIS:

La comparación de la calidad de agua entre los sitios de monitoreo utilizando la prueba de Kruskal - Wallis determinó los siguientes resultados:

a) DIVERSIDAD

Según las hipótesis planteadas y de acuerdo a los valores obtenidos al nivel de significancia de 0,05, se acepta la supuesta nula de que los sitios son estadísticamente iguales en cuanto a diversidad bentónica y su igualdad es significativa, mientras que en diversidad fitoplanctónica se acepta la supuesta alterna y se determina que existe una alta significancia en cuanto a la diferencia de los sitios (*tabla 4.5*).

TABLA 4.5. Resultados de la Prueba de Kruskal - Wallis para Índices de Diversidad

BIOINDICADOR	SHANNON – WEAVER (H)	
	H _{tab} ($X^2_{0,05}$)	H _{cal}
Macroinvertebrados	5,99	4,81*
Fitoplancton	5,99	7,70***

ELABORADO POR: Las Tesistas

b) BIOLÓGICOS

De acuerdo a los datos obtenidos de W (tabla 4.6), se observa que los índices BMWP, Sensibilidad, OPI y Saprobiano se aceptan las supuestas nulas las que expresan que los sitios de monitoreo no presentan diferencias significativas y que la calidad de agua de las mismas no varía y son de buena calidad; sin embargo, el valor de W obtenido para el índice ETP refleja diferencias significativas, esto se debe a que la suma de rangos fue alta y baja. Con lo que se deduce que el sitio C es de Calidad Regular por la suma de rangos más baja con respecto a los sitios A y B que son de Buena Calidad.

TABLA 4.6. Resultados de la Prueba de Kruskal - Wallis para Índices de Calidad

BIOINDICADOR	ÍNDICES	HTAB($X^2_{0,05}$)	H CAL
Macroinvertebrados	ETP	5,99	7,44***
	BMWP	5,99	1,12ns
	Sensibilidad	5,99	3,42*
Fitoplancton	OPI	5,99	1,27 ns
	Saprobiano	5,99	0,11ns

ELABORADO POR: Las Tesistas

4.1.4. PLAN DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA QUEBRADA SAN JOSÉ

El plan de monitoreo, que a continuación se describe proporciona un modelo uniforme que permite analizar el desempeño de un sistema, para proponer acciones que servirán de guía a los miembros de la Junta Administradora de Agua Potable de la comunidad El Chical, para monitorear y controlar la calidad del agua que consume la población. Por ello es muy importante la participación de la comunidad en todas las actividades propuestas en el plan y luego en el seguimiento al cumplimiento del mismo.

Las quebradas y aguas superficiales son las más usadas en las áreas rurales para construir acueductos. Sin embargo, son más vulnerables a contaminarse, la cuenca productora de agua es el área donde se localiza la fuente de abastecimiento para el sistema de captación de la comunidad “El Chical”.

La fuente de agua, es el lugar más importante de un sistema de captación. Es responsabilidad de toda la comunidad proteger la fuente y el área natural a su alrededor, para evitar que el líquido se agote o se contamine y afecte la salud de personas y animales, es por ello que el Plan de Monitoreo en la Comunidad “El Chical” es muy importante implementarla ya que permitirá controlar los cambios que puedan darse en esta.

4.1.4.1. JUSTIFICACIÓN

La realización de un plan de monitoreo tiene su fundamento en los resultados obtenidos del monitoreo piloto desarrollado por las investigadoras de este estudio.

La presencia irregular de especies de macroinvertebrados y fitoplancton en las muestras analizadas de agua provenientes de la Quebrada San José constituyen el elemento esencial que determina la necesidad de incorporar un programa de monitoreo biológico que permita evidenciar el estado de la calidad de agua de manera periódica.

En el aspecto económico, se considera que existe viabilidad por cuanto las actividades de monitoreo de macroinvertebrados y fitoplancton resultan mucho menos costosas que los análisis físico químicos que usualmente realizan otras entidades municipales para el control de la calidad de agua de sus jurisdicciones.

La meta de todo plan de monitoreo de calidad de agua es lograr mayor bienestar en los pobladores de su comunidad. Teniendo en cuenta este fundamento; el plan a proponerse está compuesto por insumos, procesos, resultados e impacto, elementos que constituyen los componentes del proceso de monitoreo.

Hay que destacar que el plan es fundamental para la Junta Administradora, ya que no aplica ninguna metodología ni posee información para analizar y controlar la calidad del agua en la fuente, aspecto que debe ser mejorado y apoyado de parte de quienes poseen el conocimiento técnico necesario y de los organismos gubernamentales de apoyo.

Por otro lado, en las actividades de campo se evidenció la presencia de algas que generan contaminación orgánica y su acumulación, sin un control, podría a futuro afectar a la salud de la comunidad.

Una vez finalizada la investigación se prevé socializar y proporcionar los datos obtenidos en el estudio, recalcando la importancia del recurso agua en óptimas condiciones aplicando el plan de monitoreo a fin de identificar actividades que originen cambios en el ambiente para tomar las medidas necesarias.

En el caso de no realizarse el plan de monitoreo planteado, la comunidad continuaría con la problemática identificada en esta investigación con consecuencias mucho más graves para la salud y bienestar de la comunidad. En otras palabras, el agua de la comunidad cada vez iría disminuyendo su calidad conforme el pasar del tiempo.

4.1.4.2. PROPÓSITO

Implantar un Plan de Monitoreo con la ayuda de los miembros de la comunidad y de la Junta Administradora de Agua Potable como medida prioritaria en la prevención de la contaminación de la fuente de agua de la comunidad El Chical para controlar los cambios que puedan afectar al sistema hídrico en esta localidad.

4.1.4.3. ALCANCE E IMPACTOS

El plan de monitoreo tiene gran alcance porque los programas expresados en él (se detallan a continuación) son de fácil aplicación y bajo costo.

Se evidenció tres impactos:

Ambiental.-El plan contempla medidas preventivas y correctivas para la conservación del sistema hídrico garantizando el hábitat natural de todas y cada una de las especies, así como también de la belleza paisajística propia del lugar.

Social.- El mismo que se reflejará en la disminución del promedio de casos de gastroenteritis y parasitosis de manera gradual en cada mes y año que transcurridos en la comunidad, lo cual estará sustentado de acuerdo con los informes mensuales de morbilidad del Subcentro de Salud de El Chical, en consecuencia este impacto positivo se verá reflejado en la buena salud de los habitantes.

Económico.- Manteniendo la fuente hídrica en buen estado evitará gastos innecesarios y elevados en la recuperación del ecosistema, e igualmente favoreciendo a la conservación de ciertas especies únicas y propias de este paraje ecuatoriano.

Además, se perfila unos impactos positivos en la generación de nuevos de emprendimientos en el área de alimentos y bebidas (Restaurantes, cafeterías) que utilizaran un agua de mayor calidad de acuerdo a los monitoreos y acciones encaminadas a mejorar su calidad de forma permanente.

4.1.4.4. MARCO LÓGICO DEL PLAN DE MONITOREO

La metodología de Marco Lógico es una técnica utilizada para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos. Su énfasis está centrado en la orientación por objetivos, la orientación hacia grupos comunitarios y el facilitar la participación y la comunicación entre las partes interesadas. Además, puede ser empleada en todas las etapas del proyecto (Ortegón et al. 2005).

a. MATRIZ DE PLANIFICACIÓN DEL MARCO LÓGICO

Este formato técnico y práctico presenta en forma resumida los aspectos más importantes del proyecto (Ortegón et al. 2005).

La matriz en si presenta cuatro columnas que suministran la siguiente información:

- Un resumen narrativo de los objetivos y las actividades.
- Indicadores (Resultados específicos a alcanzar).
- Medios de Verificación.
- Supuestos (factores externos que implican riesgos).

Y cuatro filas que presentan información acerca de los objetivos, indicadores, medios de verificación y supuestos en cuatro momentos diferentes en la vida del proyecto:

- Fin al cual el proyecto contribuye de manera significativa luego de que el proyecto ha estado en funcionamiento.
- Propósito logrado cuando el proyecto ha sido ejecutado.
- Componentes/Resultados completados en el transcurso de la ejecución del proyecto.
- Actividades requeridas para producir los Componentes/Resultados (Ortegón et al. 2005).

En consecuencia la matriz de marco lógico del presente plan de monitoreo ambiental de la Quebrada San José es la siguiente:

TABLA 4.7. Resultados Marco lógico del Plan de Monitoreo Ambiental de la Quebrada San José

NIVEL DE OBJETIVOS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN: Asegurar la provisión de agua de calidad a la comunidad de El Chical.	AMBIENTAL Nivel de calidad del recurso hídrico.	MEDIO DE VERIFICACIÓN Informe de monitoreo de macroinvertebrados y fitoplancton.	SOSTENIBILIDAD La comunidad local realizará actividades de recolección de datos de campo.
	Número de especies en aumento/disminución desde el monitoreo anterior.	Informe trimestral del monitoreo realizado y adición a la base de datos biológica.	Los especies encontradas de la Quebrada San José tendrán un incremento del 5% trimestral.
	SOCIAL Promedio de casos de diarrea y parasitosis a nivel comunitario.	Registros mensuales de morbilidad del Subcentro de Salud de El Chical MSP.	La comunidad aportará con la organización de una campaña para el control de la contaminación de la quebrada.
	ECONÓMICO Nº de emprendimientos de alimentos y bebidas que utilizan agua tratada.	Catastro municipal de negocios nuevos – RUC de cada emprendimiento.	Financiamiento del plan.
PROPÓSITO: Implantar un Plan de Monitoreo con la ayuda de los miembros de la comunidad y de la Junta Administradora de Agua Potable previniendo la contaminación de la fuente de agua local para controlar los cambios que puedan afectar al sistema hídrico.	RESULTADOS ESPERADOS Implementación estratégica de una unidad de monitoreo de la calidad de agua eficiente que acopie las muestras recolectadas.	MEDIO DE VERIFICACIÓN Informe de monitoreo y evaluación de la propuesta.	SUPUESTOS Para el 2019 la unidad de monitoreo de agua de El Chical será el modelo a seguir para implementar otros monitoreos de agua en otras zonas.
	Acuerdo comunitario y gubernamental para el financiamiento de los estudios físico – químicos y biológicos del agua en la fuente.	Acuerdo bipartito firmado para realizar estudios físico – químicos y biológicos.	La práctica del acuerdo firmado promoverá la asignación de recursos económicos permanentes para este tipo de estudios.
	Organización de un grupo de vigilantes acuáticos para evitar la contaminación de la Quebrada San José.	Acta de compromiso para realizar la actividad de vigilancia y control de los monitoreos.	La Junta Administradora del Agua bonificará el trabajo realizado por los vigilantes del monitoreo y control de agua.

COMPONENTES: PROGRAMA DE EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL	PROYECTO: RESULTADO ESPERADO Proyecto de capacitación: 30 personas capacitadas en educación ambiental.	MEDIOS DE VERIFICACIÓN Informe de capacitación y registro de asistencia.	SUPUESTOS La capacitación realizada permitirá que la comunidad se empodere de la necesidad de preservar sus recursos naturales de forma sostenible.
PROGRAMA DE MONITOREO BIOLÓGICO	PROYECTO: RESULTADO ESPERADO Proyecto de monitoreo de macroinvertebrados: Proceso de monitoreo trimestral implementado. Proyecto de monitoreo de fitoplancton: Proceso de monitoreo trimestral implementado.	MEDIOS DE VERIFICACIÓN Informe trimestral del monitoreo realizado y adición a la base de datos biológica.	SUPUESTOS La difusión de los estudios planteados permitirá la multiplicación de conocimientos biológicos. Las investigaciones realizadas serán una atracción positiva para iniciar el turismo científico-biológico.
PROGRAMA DE DIFUSIÓN DE LA INFORMACIÓN	PROYECTO: RESULTADO ESPERADO Proyecto de elaboración de la Cartilla informativa de macro-invertebrados y fitoplancton: Proceso anual implementado. Proyecto de gestión del Banco de muestras de macro-invertebrados y fitoplancton para futuras investigaciones: Proceso anual implementado.	MEDIOS DE VERIFICACIÓN Registros de entrega recepción de la cartilla a nivel comunitario y en instituciones. Registro de investigadores que utilizaron la base de datos biológica.	SUPUESTOS En el lapso de 5 años la base de datos planteada estará posicionada como una de las más importantes a nivel nacional.
ACTIVIDADES PROYECTO DE CAPACITACIÓN A LA COMUNIDAD Talleres de educación ambiental. Seminario sobre legislación ambiental. Taller sobre recolección de muestras de macro invertebrados y fitoplancton.	INSUMOS Proyector infocus Laptop Diapositivas Tizas liquidas Papelotes Carpetas Resmas de papel bond Impresora Actas para conformación de grupo de vigilantes Implementos para recolección	COSTOS 650 600 0 10 10 40 30 70 0 100	SUPUESTOS La comunidad contará con los conocimientos necesarios para la conservación ambiental y para el monitoreo de la calidad de agua.

		<p>Sumatoria \$1510 usd para los 3 eventos de capacitación.</p> <p>Estos valores están sujetos a modificaciones.</p>	
<p>PROYECTO DE MONITOREO DE MACROINVERTEBRADOS Recolección de muestras de macro invertebrados trimestralmente por una familia diferente de un grupo de 12 familias.</p> <p>Recepción de muestras en el punto de acopio de la Junta Administradora de Agua.</p> <p>Análisis de gabinete de las características de las muestras obtenidas.</p> <p>Elaboración del informe trimestral.</p>	<p>INSUMOS <u>PARA EL CAMPO:</u> Libreta de campo Red Surber Pinzas Bandeja blanca Etiquetas Lápiz para etiquetas Frascos herméticos de 200 ml Formalina Gotero de 10ml Lupa Flexómetro de 100m Estacas de madera de 50 cm Cintas de color Tijeras Cronómetro Botas de caucho Cooler Impermeables</p> <p><u>PARA EL LABORATORIO:</u> Estereoscopio Caja petri Agujas de disección Bandeja blanca Claves de dicotómicas Láminas de identificación</p>	<p>COSTOS PARA EL MONITOREO Costo del primer monitoreo \$128,50.</p> <p>Costo unitario de cada monitoreo \$75.</p> <p>Costo total (4 monitoreos x año) \$353,50 usd.</p> <p>Estos valores están sujetos a modificaciones.</p>	<p>SUPUESTOS El proceso de monitoreo de macroinvertebrados generará un alto empoderamiento por parte de los moradores de la comunidad para afianzarlo de mejor forma cada año.</p> <p>La institucionalidad de prestigio de la Junta Administradora de Agua Potable de El Chical se verá incrementada notablemente.</p>

<p>PROYECTO DE MONITOREO DE FITOPLANCTON Recolección de muestras de fitoplancton trimestralmente por una familia diferente de un grupo de 12 familias.</p> <p>Recepción de muestras en el punto de acopio de la Junta Administradora de Agua.</p> <p>Análisis de gabinete de las características de las muestras obtenidas.</p> <p>Elaboración del informe trimestral.</p>	<p>INSUMOS <u>PARA EL CAMPO:</u> Libreta de campo Red de arrastre plancton de 24us Frascos herméticos de 200 ml Transeum Etiquetas Lápiz para etiquetas Envase plástico de 40 litros de capacidad Envase plástico de 4 litros Guantes Vaso de medición Flexómetro de 100m Estacas de madera de 50 cm Cintas de color Tijeras Cronómetro Botas de caucho Cooler Impermeables</p> <p><u>PARA EL LABORATORIO:</u> Microscopio Pinzas Pipetas pauster Claves de dicotómicas Láminas de identificación Tubos de ensayo Cámara Sedwin-Rafter Porta y cubre objetos</p>	<p>COSTOS PARA EL MONITOREO Costo del primer monitoreo \$373,30.</p> <p>Costo unitario de cada monitoreo \$99,50.</p> <p>Costo total (4 monitoreos x año) \$ 671,80 usd.</p> <p>Estos valores están sujetos a modificaciones.</p>	<p>SUPUESTOS El proceso de monitoreo de fitoplancton generará un alto empoderamiento por parte de los moradores de la comunidad para afianzarlo de mejor forma cada año.</p> <p>La institucionalidad de prestigio de la Junta Administradora de Agua Potable de El Chical se verá incrementada notablemente.</p>
--	--	--	--

<p>PROYECTO DE ELABORACIÓN DE LA CARTILLA INFORMATIVA DE MACRO-INVERTEBRADOS Y FITOPLANCTON Síntesis de informes trimestrales.</p> <p>Diseño de la cartilla con gráficos e imágenes didácticos.</p> <p>Impresión de la cartilla en imprenta.</p> <p>Elaboración de boletines de prensa.</p> <p>Elaboración de blog informativo del programa de monitoreo.</p>	<p>INSUMOS Computador Impresora Programas de diseño instalados Carpetas Resmas de papel bond Esferográficos Contrato con imprenta para impresión de cartillas. Tasa de registro IEPI</p>	<p>COSTOS 600 70 30 40 30 20 500 20</p> <p>Sumatoria \$ 1310 usd</p> <p>Estos valores están sujetos a modificaciones.</p>	<p>SUPUESTOS La cartilla elaborada y publicada de los estudios realizados permitirá ampliar el interés de conservación de los comuneros y también el interés científico de expertos en el tema para futuras investigaciones.</p>
<p>PROYECTO DE GESTIÓN DEL BANCO DE MUESTRAS DE MACRO-INVERTEBRADOS Y FITOPLANCTON PARA FUTURAS INVESTIGACIONES.</p> <p>Organización logística de muestras de macroinvertebrados.</p> <p>Organización logística de muestras de fitoplancton.</p> <p>Compilación de informes en formato digital.</p> <p>Archivo de informes en formato físico.</p>	<p>INSUMOS 1 Librero 2 Estanterías 2 mesas de trabajo 24 sillas 1 escritorio 1 disco duro 12 archivadores bene Otros insumos de oficina</p>	<p>COSTOS 240 300 280 240 200 120 80 50</p> <p>Sumatoria \$ 1510 usd</p> <p>Estos valores están sujetos a modificaciones.</p>	<p>SUPUESTOS El banco de muestras implementado permitirá proveer de una atención adecuada a las personas que soliciten la información así como también será un espacio adecuado para la actividad académica de otros investigadores.</p> <p>Dentro de este proyecto se toma en cuenta al Colegio de la comunidad de Chical, GAD Chical, Fundación ALTROPICO.</p>

FUENTE: Ortegón, E., Pacheco, J. y Prieto, A., 2005
Elaborado por: Las Tesistas

4.1.4.5. PROCESO METODOLÓGICO ESPECÍFICO DESARROLLADO PARA EL MONITOREO DE MACROINVERTEBRADOS

A. PROYECTO DE MONITOREO DE MACROINVERTEBRADOS

Este programa se consideró por ser más económico y fácil de realizar, incluso para personas que desconozcan sobre el tema, además, los índices que utiliza son los más recomendados y confiables porque muestran datos reales de contaminación o polución que puedan surgir en un cuerpo de agua.

Los macroinvertebrados se pueden ver a simple vista, son entre 2 milímetros y 30 centímetros), viven en los lugares con agua dulce: esteros, ríos, lagos y lagunas. Proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua, permite entender claramente el estado en que ésta se encuentra; algunos requieren agua de buena calidad para sobrevivir otros resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación (Carrera y Fierro, 2001).

Por ejemplo, las moscas de piedra sólo viven en agua muy limpia y desaparecen cuando el agua está contaminada. No sucede así con algunas larvas o gusanos de otras moscas que resisten la contaminación y abundan en agua sucia. Los macroinvertebrados incluyen larvas de insectos como mosquitos, caballitos del diablo, libélulas o helicópteros, chinches o chica posos, perros de agua o moscas de aliso. Inician su vida en el agua y luego se convierten en insectos de vida terrestre. Además, otros macroinvertebrados son: caracoles, conchas, cangrejos azules, camarones de río, lombrices de agua, ácaros de agua y sanguijuelas o chupa-sangres (Roldan, 2003).

OBJETIVOS:

Realizar el proceso de monitoreo de forma permanente como medio para controlar la calidad de agua de la quebrada San José.

ESTACIONES DE MONITOREO

Las estaciones de monitoreo serán las mismas consideradas para la investigación estas son:

TABLA 4.8. Estaciones de monitoreo

ESTACIONES DE MONITOREO	COORDENADAS UTM ZONA 17S, WGS 84		DESCRIPCIÓN
	X	Y	
Sitio A	813840	10100934	Ubicada en la parte norte del sistema lotico a una altitud de 1427
Sitio B	813861	10101018	Ubicada en la parte noreste del sistema lotico a una altitud de 1368
Sitio C	813887	10101068	Sistema de captación

METODOLOGÍA Y PARÁMETROS PARA EL MONITOREO

DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE PRE-MONITOREO

- Preparar los materiales a ser utilizados tanto para captura como para fijación de muestras.
- Elaborar una lista de equipos, materiales que deberán ser llevados a campo.
- Contar con la lista de chequeo para cada sitio de monitoreo.

DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE MONITOREO

CAMPO

- Verificar del estado del sitio muestreado para corroborar cualquier cambio con la ayuda de la lista de chequeo.
- Tomar de fotografías de los sitios de monitoreo.
- Recolectar los macroinvertebrados mediante la técnica de piedras y hojarasca y Red de Surber.
- Separar los organismos de cuerpos extraños (arena, hojas) e inmediatamente colocar en frascos herméticos.
- Fijar las muestras con formol (3 gotas en 50ml de agua de la misma quebrada).

- Etiquetar los frasco de muestra con datos como: Nombre de la quebrada, número de muestra y sitio de recolecta, nombre del recolector, fecha y hora de recolecta y técnica utilizada.

GABINETE

- Reconocer y contabilizar los especímenes.
- Calcular de índices biológicos y diversidad.
- Comparar de las poblaciones de macroinvertebrados en los diferentes sitios de monitoreo y monitoreos anteriores, utilizando análisis estadístico.

PARÁMETROS DE MONITOREO

Se evaluará la diversidad, así como también la calidad de agua con los siguientes parámetros:

Índice de Diversidad de Shannon y Weaver.-Es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de un determinado hábitat, contempló la riqueza de especies y *abundancia* de individuos en el área de estudio. A mayor valor del índice indica una mayor biodiversidad del ecosistema; los valores inferiores a 1,5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1,6 a 3,4 se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3,5 se consideran como diversidad alta. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H = -(\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i) ;$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Dónde:

S = número total de especies presentes en la muestra.

P_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos.

n_i = número de individuos de la especie i .

N = número de todos los individuos de todas las especies.

Índice EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera).-Este índice analiza tres grupos de macroinvertebrados Ephemeroptera o moscas de mayo, Plecóptera o moscas de piedra y Trichoptera, se calcula sumando la abundancia de individuos por cada familia presente perteneciente a los órdenes antes mencionados luego se divide el total de EPT presentes para el total de abundancia de individuos y se multiplica por cien. Finalmente el valor obtenido se analiza de la siguiente manera: valores de **75 – 100%: Calidad muy buena, 50 – 74%: Calidad Buena, 25 – 49%: Calidad Regular y 0 – 24%: Calidad Mala.**

Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party).-Este índice permite evaluar la calidad del agua de forma cualitativa (presencia /ausencia), teniendo en cuenta el nivel taxonómico de familias de macroinvertebrados acuáticos (*tabla 4.9*). Para obtener del valor de este índice se suma el número total de las puntuaciones por cada una de las familias presentes. Obtenido el valor se analiza de la siguiente manera: valores entre **101 – 150: Calidad Buena, 61 – 100: Calidad Aceptable, 36 – 60: Calidad Dudosa, 16 – 35: Calidad Crítica y <15: Calidad Muy Crítica.**

TABLA 4.9. Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuático para el índice BMWP

		PUNTUACIÓN BMWP				
		10	9	8	7	6
FAMILIAS	Anomalopsychidae	Ampullariidae	Gerridae	Baetidae	Aeshnidae	
	Atriplectididae	Dytiscidae	Hebridae	Caenidae	Ancylidae	
	Blephariceridae	Ephemeridae	Helicopsychidae	Calopterygidae	Corydalidae	
	Calamoceratiade	Euthyplociidae	Hydrobiidae	Coenagrionidae	Dryopidae	
	Chordodidae	Gyrinidae	Leptoceridae	Corixidae	Elmidae	
	Gomphidae	Hydrobiosidae	Lestidae	Dixidae	Libellulidae	
	Hydriidae	Leptophlebiidae	Palaemonidae	Dryopidae	Limnichidae	
	Lampyridae	Polycentropodidae	Pleidae	Glossosomatidae	Megapodagrionidae	
	Lymnessiidae	Xiphocentronidae	Pseudothelphusidae	Hyaellidae	Sialidae	
	Oligoneuridae	Philopotamidae	Philopotamidae	Hydroptilidae	Staphylinidae	
	Odontoceridae		Saldidae	Hydropsychidae	Lutrochidae	
	Perlidae		Simuliidae	Leptohiphidae		
	Ptilodactylidae		Vellidae	Naucoridae		
	Polythoridae			Notonectidae		
	Psephenidae			Planariidae		
				Psychodidae		
				Scirtidae		

Continua

Concluye

	5	4	3	2	1
	Belostomatidae Dugesidae Gelastocoridae Hydropsychidae Mesoveliidae Nepidae Planorbiidae Pylalidae Tabanidae Thiaridae Notonectidae	Curculionidae Chrysomelidae Stratiomyidae Haliplidae Empididae Dolichopodidae Sphaeriidae Lymnaeidae Hhydraenidae Hydrometridae Pschycodidae Scarabidae Noteridae	Chironomidae Culicidae Muscidae Sciomyzidae	Chironomidae Culicidae Muscidae Sciomyzidae	Oligochaeta Tubicidae

FUENTE: Roldán, G. y Ramírez, J., 2008

CONSIDERACIONES PARA EL MONITOREO

Para el éxito de este programa se debe considerar las siguientes recomendaciones:

- Llevar el equipo adecuado para trabajo de campo como: GPS, botas de caucho, impermeable, u otros materiales que puedan facilitar el trabajo.
- Verificar mediante lista de equipos que todos los materiales estén completos y sin daño alguno.
- Al tomar de muestras colocar la red contra la corriente, donde el agua es más corrientosa, y el cuerpo a un lado de esta de modo que no impida la corriente de agua e ingrese el sedimento.
- Remover el fondo que está dentro de la base o marco de la red por lo menos un minuto.
- Repetir el mismo procedimiento por lo menos cuatro veces para recolectar material suficiente para identificación, conteo y análisis.
- Cubrir toda el área de monitoreo, desde la orilla derecha a la izquierda.

FRECUENCIA DE MONITOREO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Se recomienda realizar los monitoreos en el mañana, con una duración de aproximadamente 30 minutos por sitios de monitoreo, la primera semana de cada mes (Enero, Abril, Agosto, Diciembre). Se realizará con una frecuencia cuatrimestral, por lo tanto, se realizará anualmente 4 monitoreos.

ACTIVIDADES POST MONITOREO

Para cumplir lo expuesto, se debe considerar que el trabajo investigativo realizado es la línea base para posteriores monitoreos, con esta especificación las actividades a realizarse son las siguientes:

- Generar una base de datos cada 4 meses que manejara la Junta Administradora, dando como resultado un protocolo de monitoreo y análisis.
- Trabajar con investigadores externos, con el objetivo de mejorar la capacidad de las personas encargadas del control de la calidad del agua y ayudar a la comunidad “El Chical” a obtener servicios de agua que responda a la demanda y sea sostenible.

RESPONSABLES

- Ingeniero Recursos Naturales.
- Funcionario de la Junta Administradora de Agua Potable de El Chical.
- Miembro del frente acción para la vigilancia y protección.

4.1.4.6. PROCESO METODOLÓGICO ESPECÍFICO DESARROLLADO PARA EL MONITOREO DE FITOPLANCTON

B. PROYECTO DE MONITOREO DE FITOPLANCTON

El siguiente proyecto se planificó para poder complementar los datos obtenidos en el estudio de macroinvertebrados, para su realización se necesita conocimientos de microscopía y taxonomía fitoplanctónica, es mucho más complejo que el programa de monitoreo de macroinvertebrados y requiere de equipos sofisticados como un microscopio óptico o de cámara invertida entre otros.

El análisis cualitativo y cuantitativo del fitoplancton se determina por observación directa en el microscopio. El fitoplancton representa básicamente a los organismos microscópicos vegetales que habitan en ambientes acuáticos como ríos y lagunas, también conocidos como microalgas; las cuales son capaces de sintetizar la materia nutritiva, representada por

los azúcares, grasas y proteínas a partir de los nutrientes que obtienen del agua y del bióxido de carbono. Este grupo se encuentra integrado por diversas clases de algas microscópicas, entre los que destacan por su abundancia las diatomeas y los dinoflagelados (Streble y Krauter, 2005).

Para la realización de este proyecto se recomienda establecer convenios con la Universidad Técnica del Norte para logra su participación en estas actividades a través del Departamento de Vinculación con la Comunidad y lograr beneficios comunes.

OBJETIVOS

Realizar el proceso de monitoreo de forma permanente como medio para controlar la calidad de agua de la quebrada San José.

ESTACIONES DE MONITOREO

Las estaciones de monitoreo serán las mismas consideradas para la investigación estas son:

TABLA 4.10. Estaciones de monitoreo

ESTACIONES DE MONITOREO	COORDENADAS UTM ZONA 17S, WGS 84		DESCRIPCIÓN
	X	Y	
Sitio A	813840	10100934	Ubicada en la parte norte del sistema loticoa una altitud de 1427
Sitio B	813861	10101018	Ubicada en la parte noreste del sistema lotico a una altitud de 1368
Sitio C	813887	10101068	Sistema de captación

METODOLOGÍA Y PARÁMETROS PARA EL MONITOREO

DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS PRE-MONITOREO

- Preparar los materiales a ser utilizados tanto para captura de fitoplancton como para fijación de muestras.
- Elaborar una lista de equipos y materiales que deberán ser llevados a campo.
- Contar con la lista de chequeo para cada sitio de monitoreo.

DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE MONITOREO

CAMPO

- Verificar del estado del sitio muestreado para corroborar cualquier cambio con la ayuda de la lista de chequeo.
- Tomar fotografías de los sitios de monitoreo.
- Recolectar fitoplancton mediante la técnica de filtración con la red de arrastre de 24 μ para fitoplancton.
- Recoger en un recipiente graduado 40 litros de agua, cubriendo todo el sitio de monitoreo desde la orilla derecha a la izquierda, superficie y profundidad.
- Ubicar en un contenedor de 40 litros de capacidad el agua y luego filtrar la misma a través de la red.
- Medir con la ayuda de un frasco de medición 100ml de agua filtrada y colocar en frascos herméticos de 200ml de capacidad.
- Fijar las muestras con Transeum (Formula 1:1, es decir, 100ml de muestra de agua y 100ml de Transeum).
- Etiquetar los frasco de muestra con datos como: Nombre de la quebrada, número de muestra y sitio de recolecta, nombre del recolector, fecha y hora de recolecta y técnica utilizada.
- Ubicar las muestras en un contenedor de refrigeración (hielera).

GABINETE (Fase que realizarán los estudiantes en el laboratorio de la UTN)

- Reconocer y contabilizar los especímenes.
- Calcular los índices biológicos y diversidad.
- Comparar de las poblaciones de fitoplancton en los diferentes sitios de monitoreo y monitoreos anteriores, utilizando análisis estadístico.

PARÁMETROS DE MONITOREO

Se evalúa la diversidad con el índice de Shannon – Weaver y la calidad de agua con los siguientes parámetros:

Índice de Polución Orgánica (O.P.I).-Este índice considera 20 de las algas más tolerantes (tabla 4.11). Adicional, para ser tomadas en cuenta como registro debe tener una densidad mayor a cincuenta organismos en un ml. Para el calcular el índice se suma los registros de algas presentes, expresado como:

$$OPI = \sum_{i=1}^{20}$$

Finalmente para interpretación del valor obtenido se procede de la siguiente manera:
Mayor o igual a 20: Alta polución orgánica, **15 – 19:** Polución orgánica intermedia y **Menores que 15:** Baja contaminación orgánica.

TABLA 4.11. Valores del Índice de Polución para géneros de fitoplancton

GÉNERO	OPI	GÉNERO	OPI ^a
<i>Anacystis (Microcystis)</i>	1	<i>Micractinium</i>	1
<i>Ankistrodesmus</i>	2	<i>Navicula</i>	3
<i>Chlamydomonas</i>	4	<i>Nitzschia</i>	3
<i>Chlorella</i>	3	<i>Oscillatoria</i>	5
<i>Closterium</i>	1	<i>Pandorina</i>	1
<i>Cyclotella</i>	1	<i>Phacus</i>	2
<i>Euglena</i>	5	<i>Phormidium</i>	1
<i>Ghomphonema</i>	1	<i>Scenedesmus</i>	4
<i>Leponciclis</i>	1	<i>Stigeoclonium</i>	2
<i>Melosira (Aulacoseira)</i>	1	<i>Synedra</i>	2

FUENTE: Palmer, 1979.

Índice Saprobiano de Pantle- Buck.-Este índice considera la abundancia de cada especie “h” y la agrupación saprobiana “s”. Para calcular este índice se aplica la siguiente fórmula modificada por Pantle y Buck:

$$s = \frac{\sum s * h}{\sum h}$$

Dónde

s = grado de saprobiedad (Oligosaprófico = 1, Beta_ mesosaprófico = 2, Alfa_ mesosaprófico= 3 y Polisaprófico = 4).

h= abundancia (rara u ocasional = 1, frecuente = 2, abundante o muy frecuente= 3).

Finalmente los valores obtenidos se interpretan de la siguiente manera:

- 1,0 – 1,5 Ausencia de contaminación.
- 1,5 – 2,5 Contaminación orgánica débil.
- 2,5 – 3,5 Contaminación orgánica fuerte.
- 3,5 – 4,0 Contaminación orgánica muy fuerte.

CONSIDERACIONES PARA EL MONITOREO

Para el éxito de este programa se debe considerar las siguientes recomendaciones:

- Llevar el equipo adecuado para trabajo de campo como: GPS, botas de caucho, impermeable, u otros materiales que puedan facilitar el trabajo.
- Verificar mediante lista de equipos que todos los materiales estén completos y sin daño alguno.
- Trasladar el Transeum con mucha precaución en un recipiente hermético, puesto que el líquido tiende a evaporarse.
- Preparar con anterioridad el Transeum, este debe contener 60% de agua destilada, 30% de alcohol industrial y 10 % de formol. No tener contacto directo con este líquido ya que es toxico.
- Obtener por lo menos dos muestras de cada sitio, esto permitirá recolectar material suficiente para identificación, conteo y análisis.

- Cubrir toda el área de monitoreo, desde la orilla derecha a la izquierda, profundidad y superficie.

FRECUENCIA DE MONITOREO Y CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

El monitoreo de comunidades fitoplanctónicas se realizará cada cuatro meses, por lo tanto se realizará anualmente 4 monitoreos.

ACTIVIDADES POST MONITOREO

Para cumplir con los objetivos expuestos, se debe considerar que el trabajo investigativo realizado es la línea base para posteriores monitoreos, con esta especificación las actividades a realizarse son las siguientes:

- Interpretación de datos y presentación de resultados a la Junta Administradora y comunidad a través de los estudiantes.
- Generar una base de datos cada 4 meses que maneje la Junta Administradora.

RESPONSABLE

- Junta Administradora de Agua Potable de El Chical.
- Departamento de Vinculación con la Comunidad de la Universidad Técnica del Norte.
- Estudiante de la carrera de Ingeniería Recursos Naturales Renovables.

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. CALIDAD DE AGUA

El sistema estudiado presentó características de aguas corrientosas con presencia de rocas grandes y pequeñas, materia orgánica en descomposición y abundante hojarasca, el mayor número de individuos bentónicos encontrados en los sitios de monitoreo fueron de las familias Trichoptera, Coleóptera, Plecóptera y Ephemeroptera representantes en su mayoría de aguas corrientosas, limpias y bien oxigenadas (Roldán, 2003; Fernández y Domínguez, 2001). Según los valores promedio de los índices ETP, BMWP y de Sensibilidad: 66,2%, 73,6% y 64,25% respectivamente, se obtuvieron los niveles de calidad agua correspondientes a los niveles: Buena calidad, Aceptable y Regular.

En cambio las especies fitoplanctónicas más abundantes a través de todo el monitoreo fueron *Fragilaria* representante del grupo Bacillariophyta, *Pediastrum* del grupo Chlorophyta y *Microcystis* del grupo conocido como algas verdes azules, Cyanophytas o Cianobacterias. Este tipo de análisis es conocido y fue aplicado de similar forma en los humedales costeros de Cuba donde se observó cambios en las características ecológicas de las fuentes de agua causadas por productos químicos (Gómez y Ramírez, 2007).

Por otro lado los meses con mayor número de familias, especies e individuos bentónicos fueron los meses secos (mayo y junio), es decir, que la presencia de organismos es más abundante cuando hay menos precipitación y el caudal es bajo; además, el caudal determinado de 0,25 m³/s en el sitio C influyó para que esta sea considerada dentro de la investigación como la más diversa. Dentro de la investigación, en los meses lluviosos se muestra valores bajos en la riqueza de taxas fitoplanctónicas, puesto que el aumento del caudal, velocidad de corriente y la dilución de nutrientes es mayor en estos meses. Aspectos que pudieron influir negativamente en la fijación y colonización de fitoplancton a los diferentes sustratos naturales presentes en los sitios de monitoreo (Bustamante, Dávila, Torres y Ortiz, 2008).

En síntesis y de acuerdo con los datos anteriores, la Quebrada San José viene a constituirse en un sitio de biodiversidad acuática media por la cantidad de especies de macroinvertebrados y fitoplancton encontradas y expuestas en las tablas organizativas que anteceden.

Al respecto otro estudio realizado por Sylvie Tomanova, menciona que muchos de los géneros de invertebrados acuático, entre ellos Trichoptera y Ephemeroptera, tienen amplia distribución por Sudamérica y aun cuando el conocimiento taxonómico no es profundo, se puede notar que en la zona tropical las familias y géneros son más diversos que en la zona templada (Tomanova y Tedesco, 2006).

En cuanto a las algas Bacillariophyta son algas unicelulares que se encuentran solitarias o en colonias, se reproduce típicamente en zonas que poseen aguas bajas de calcio y magnesio (Novelo, 2012). La distribución de este grupo está determinado también por la temperatura, ciertos géneros prefieren vivir en regiones frías y otros como los géneros del orden Fragilariales (otro de los grupos fitoplanctónicos más abundantes de la investigación) prefieren zonas cálidas con temperaturas altas (Ramírez, 2000). La temperatura medida del lecho presentó temperaturas de entre 20,6 a 25,13°C condiciones ideales para la proliferación de este grupo, que determina además aguas ricas en nutrientes.

La presencia de las algas Cyanophytas en el ecosistema, representan agua dulce con eutrofización avanzada, dicha especie *Microcystis* (la mayor representante en el estudio) es productora de una toxina conocida como Microcistina que en grandes cantidades es perjudicial para la salud de los seres vivos, puede causar intoxicaciones severas y hasta la muerte (Chorus y Bartram, 1999). Con las razones antes expuestas, dentro de la investigación se deduce que la presencia del alga *Microcystis* genera un cierto grado de contaminación orgánica en el sistema y su acumulación en el organismo puede ocasionar problemas de salud en la comunidad.

Por consiguiente, la identificación de esta especie de alga y otros organismos nocivos en menor escala (*Escherichia coli*), demuestran el requerimiento de acciones de correctivas

urgentes para proveer a la comunidad de El Chical un adecuado nivel de calidad del agua y por ende garantizar el buen estado de salud de su población. Este aspecto es corroborado por otro estudio realizado en quien manifiesta que dicha bacteria puede sobrevivir varios días en el agua y es un indicador de contaminación fecal (Vadillo, Pírix y Mateos, 2002).

Las pruebas físico – químicas junto a los análisis biológicos se emplean para obtener un cuadro más completo de que factores influyen en la calidad del agua (Agencia de protección ambiental, 2008). Por eso desde el punto de vista fisicoquímico los sitios de monitoreo se encuentra en condiciones aceptables de calidad del agua, puesto que los valores no sobrepasa los límites máximo permisibles estipulados en el TULSMA (2003), estas a su vez corresponden a ecosistemas lóticos de aguas mesotróficas, propias de montaña neotropical (Bustamante et al. 2008).

En cuanto a la aplicación de índices biológicos se obtuvo como resultado que el sistema presenta aguas de buena calidad y baja contaminación orgánica, en este caso “aguas de buena calidad”, quiere decir que el sistema hidrológico puede albergar diferentes comunidades acuáticas como el fitoplancton y macroinvertebrados (Bustamante et al. 2008).

Los resultados de los análisis biológicos y físico químicos determinaron que el agua es de buena calidad, no obstante, se debe proponer alternativas que permitan mantener o mejorar las condiciones ambientales del ecosistema acuático y así garantizar la salud de la población, por ende, una de las alternativas es la planificación de monitoreos permanentes en el sistema como el que se ha realizado de forma piloto. Tomando en cuenta que el uso de aguas superficiales para el consumo humano implica un cierto nivel de riesgo de transmisión de enfermedades hídricas, como por ejemplo: gastroenteritis, disentería, hepatitis o fiebre tifoidea (Aurazo, 2005).

4.2.2. PLAN DE MONITOREO

El plan de monitoreo biológico constituye un procedimiento técnico de control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, en el que se mencionan los parámetros a utilizar para caracterizar el estado o la evolución de los macroinvertebrados en la quebrada, así como también de especies de fitoplancton. Inclusive en otro tipo de estudio relacionado con ambientes acuáticos ubicados cerca a zonas ganaderas de Colombia, se evidenció una restauración del ecosistema acuático por el incremento de la especies de macroinvertebrados: Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera (Chará, Solarte, Giraldo, Zuluaga y Murgueitio, 2009).

En este sentido, como metodología más adecuada se ha utilizado al marco lógico para una adecuada aplicación comunitaria. De allí que el marco lógico expuesto abarca la planificación mediante un nivel secuencial de objetivos (fin, propósito, componentes y actividades) y la exposición concreta de sus indicadores de logro, medios de verificación y supuestos. Para el caso específico de las actividades; se detallan de forma horizontal los insumos, costos y supuestos. Además, el marco lógico promueve una sensibilización comunitaria que apunta a fortalecer una cultura de cuidado y buen uso de los recursos naturales (Ortegón et al. 2005).

Asimismo, otros autores como el caso de (Cañadas y Rade, 2013) proponen un modelo simplificado de marco lógico, el mismo que se puede aplicar sistemáticamente dependiendo de los componentes, hipótesis o supuestos que se vayan a plantear en el proyecto en mención.

Por ende, los componentes esenciales del marco lógico planteado para la aplicación general del plan de monitoreo fueron los siguientes:

El Programa de Educación y Concientización Ambiental; el mismo que posee un proyecto de capacitación cuya meta final es contar con 30 personas capacitadas en educación ambiental y recolección de muestras de agua. La formulación de este programa tiene

mucha similitud con lo realizado en Chile por parte del Programa de Educación Ambiental para comités de Agua Potable Rural, donde como resultado del mismo se fortaleció las capacidades técnicas de dichos comités y se desarrolló con ellos una visión más profunda sobre la conservación de servicios ecosistémicos, especialmente los asociados al abastecimiento del agua (Román, Nahuelhual y Morey, 2009).

En el taller titulado “Conocer el bosque para producir agua” se convocó a 48 dirigentes de los Comités mencionados para su capacitación. Su propósito general fue “Orientar el funcionamiento de una cuenca, enfatizando la capacidad de los bosques de proveer servicios ecosistémicos hídricos (Román et al. 2009). Los principales temas impartidos fueron: Estado de conservación del bosque nativo, sus valores económicos, funcionamiento de una cuenca hidrográfica, manejo forestal y vida acuática. Este aspecto prácticamente se hizo de igual forma en la Comunidad de El Chical por cuanto el desconocimiento de esta dinámica ecológica dificulta empoderar a la gente para su cuidado y adecuado manejo.

Como segundo ítem, se planteó el Programa de Monitoreo Biológico; el mismo que presenta dos proyectos el uno de monitoreo de macroinvertebrados y el otro de monitoreo de fitoplancton, proyectos que aunque son similares tienen sus diferencias técnicas pero a la vez se complementan, y su meta en común es la implementación del proceso de manera trimestral. Springer (2010), ratifica las ventajas que tienen los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de agua sobre los otros grupos (algas o peces), según lo cual se deduce como prioritaria la información de macroinvertebrados pero también como complementarios los datos de fitoplancton obtenidos.

En un estudio realizado en San Luis Antioquia (Colombia), en las Quebradas La Cristalina y La Risaralda, de similares condiciones ambientales que la Quebrada San José de El Chical, se estableció la calidad del agua mediante indicadores físicos, químicos y biológicos. Dentro de los indicadores biológicos se analizó a los **macroinvertebrados** utilizando los índices BMWP, ASPT, ETP, Índice de dípteros y de equidad (Arango, Álvarez, Arango, Torres y Monsalve, 2008). Dicho estudio indicó la buena oxigenación del agua debido a la turbulencia y conformación rocosa, lo cual a su vez favorece la diversidad

de macroinvertebrados acuáticos. En este sentido, el estudio realizado tiene plena validez de aplicación.

Además, según otro estudio realizado en varias fuentes de agua continental de México, se determina que el **fitoplancton** juega un papel muy importante como base de las redes tróficas y como indicadores de la calidad de agua; estas ayudan en la restauración de ecosistemas, la disminución de las emisiones de efecto invernadero y hasta como productoras de biocombustibles (Oliva, Godínez y Zúñiga, 2014).

En el tercer ítem, se cita el Programa de difusión de la información; el cual plantea dos proyectos, elaboración de una cartilla informativa y la gestión del banco de muestras de macroinvertebrados y fitoplancton para futuras investigaciones. Como meta en común los proyectos manifiestan la implementación de dichos procesos de manera anual.

La idea de difundir información científica de bioindicadores acuáticos no es nueva, ya que en otros estudios se lo ha realizado como es el caso de Alonso Ramírez, quien manifiesta “la colección debe contar con un registro adecuado del material que contiene, en forma de catálogo o una base de datos digital para consulta de otros investigadores (Ramírez, 2010).

Igualmente la propuesta de implementar un banco de muestras es bastante pertinente para este caso, como lo formula Ramírez al decir que “la importancia de las colecciones radica en su utilidad para futuros estudios taxonómicos y genéticos, y para obtener datos sobre la distribución, biología y ecología de los diversos grupos taxonómicos o especies” (Ramírez, 2010). Por ende, también es preciso resaltar la buena predisposición de la Junta Administradora de Agua Potable, organismo que pondrá a disposición una cabaña adecuada para ubicar el banco de muestras que se hace alusión.

Posteriormente, se puede abstraer que mediante la utilización de la herramienta metodológica del marco lógico se ha logrado desarrollar de manera técnica y sintética los

diversos objetivos, componentes, y actividades que abarcaría el plan de monitoreo biológico en la Quebrada San José.

Por consiguiente, y de acuerdo con la investigación bibliográfica realizada, la herramienta del marco lógico se constituye en la mejor estrategia para la formulación de un plan de monitoreo comunitario; se caracteriza por ser participativo, flexible, económico, integrador y lo más esencial es entendible para todo los moradores de la comunidad. En este sentido Evans y Guariguata (2008), refuerzan lo dicho argumentando que el monitoreo participativo aporta claros beneficios al manejo de recursos naturales ya que integra el conocimiento local al monitoreo científico, crea capital social, transfiere poder a las comunidades e instituciones locales y facilita la toma de decisiones.

Asimismo, el tipo de participación que persigue el plan de monitoreo formulado en esta investigación, es aquella participación interactiva y consciente de la población local para la defensa y conservación de sus recursos acuáticos; conforme lo manifiesta Briceño y Ávila (2014) al decir que en la participación interactiva (de nivel interactivo) los grupos locales organizados participan en forma sistemática y estructurada en la formulación, desarrollo y evaluación de los programas o proyectos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

5.1.1. ESTUDIO DE LA CALIDAD DE AGUA

El estudio de la calidad de agua realizado permitió evidenciar los principios recogidos en la investigación bibliográfica; según el cual en la Quebrada San José existe la presencia de macroinvertebrados y fitoplancton que son indicadores biológicos importantes para determinar la calidad de agua del lugar; de esta manera se determinó que el agua de los sitios monitoreados es ligeramente contaminada, rica en oxígeno y con la presencia de muchas especies animales y vegetales, por lo tanto es de Buena Calidad.

El área estudiada presenta diversidad media tanto bentónica como fitoplanctónica; sin embargo, al comparar estos valores se establece que el sitio más diverso en lo concerniente a macroinvertebrados fue el C, menos diverso el A y B, en cuanto a fitoplancton fue el B seguido del A y menos diverso el C.

La abundancia de individuos bentónicos observados en el sitio A, B y C con el mayor número fueron de las familias Trichoptera, Coleóptera, Plecóptera y Ephemeroptera respecto a las demás familias de macroinvertebrados presentes en las muestras. Mientras que las especies fitoplanctónicas más abundantes fueron *Fragilaria*, *Pediastrum* indicadoras de aguas ricas en nutrientes y *Microcystis* indicadora de un cierto grado de contaminación orgánica. La presencia de estas familias son indicadoras de aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas y que el sistema estudiado mantiene buenas condiciones ecológicas.

5.1.2. PLAN DE MONITOREO

El plan de monitoreo permitió el trabajo conjuntamente con todos los actores clave (comunidad en general y autoridades) para verificar, determinar posibles causas de contaminación y controlar cambios actuales y futuros; aspectos esenciales que se requieren para que se empoderen de todo el proceso de monitoreo.

El Programa de Educación y Concientización Ambiental permitirá a los autores claves adquirir una conciencia ambientalista, que se conviertan en actores directos para la conservación de los recursos naturales que poseen, enfatizando en el recurso agua. Según la experiencia inicial en los talleres realizados, la población de El Chical tuvo gran interés en asistir a eventos de capacitación y se vio el agrado por aprender los temas de índole ambiental.

La importancia del Programa de Monitoreo Biológico radica en que los organismos biológicos existentes en una fuente de captación se constituyen en indicadores que denotan la buena o mala calidad del agua. Como ya se demostró el monitoreo por bioindicadores constituyó un método confiable, de fácil aplicación y económico para evaluar la dinámica ambiental de los ecosistemas acuáticos.

El Programa de Difusión de la información contribuirá con las bases de datos y material promocional generando grandes ventajas de información para otros estudios similares o relacionados con el presente tema de investigación.

5.2. RECOMENDACIONES

La fuente de captación mantiene en buen estado natural y el agua de ésta es de buena calidad, apta para el consumo humano aun cuando todavía dicha agua no pueda ser considerada como “potable”; por lo que se recomienda a la comunidad una participación más activa en lo referente al cuidado y conservación de las fuentes de agua, ya que permitirá mantener o mejorar esta condición.

La presencia de *Anacystis (Microcystis)* en el estudio evidenció un grado de contaminación orgánica, lo que puede repercutir en la salud de la población; por ser una especie de alga que produce una toxina que en grandes cantidades acumuladas en el organismo puede causar incluso la muerte, por tal razón se debe tener un control minucioso respecto al tema de las algas y embullir el agua antes de su consumo.

A los investigadores del área ambiental o biológica, promover y desarrollar estudios de flora y fauna, para ampliar la información de la biodiversidad en aquellos ecosistemas similares a los de este estudio, y de esa forma poder establecer una relación existente entre macroinvertebrados acuáticos, fitoplancton, vegetación y fauna.

A la Junta Administradora de Agua Potable y a la comunidad del El Chical se recomienda trabajar conjuntamente, apropiarse y aplicar la propuesta de Plan de Monitoreo para evaluar la calidad del agua periódicamente y mejorar el sistema de captación del agua con el fin de optimizar su aprovechamiento. Adicional, realizar análisis Físico - Químicos del agua por lo menos una vez al año y compararlos con los análisis biológicos y de esta manera reafirmar los resultados que se puedan dar en posteriores monitoreos.

Igualmente, a los organismos gubernamentales pertinentes como la Junta Parroquial y la Secretaría Nacional de Agua se les recomienda apoyar esta tipo de propuesta y promover su financiamiento para que tenga sostenibilidad económica y para que genere mayor empoderamiento por parte de los moradores de la comunidad de El Chical.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ALGAS: Lana verde que crece dentro del agua. También flotan libres en el agua. Las algas verdes tienen una enorme importancia en la cadena alimentaria porque constituyen una fuente de alimento para otros organismos acuáticos; además, contribuyen al aporte de oxígeno atmosférico. Sin embargo, pueden tener efectos negativos cuando la población aumenta demasiado porque provocan mal olor y sabor desagradable en el agua potable. En lagos y charcas de agua dulce contaminada por nitratos y fosfatos (derivados del jabón), la población de algas crece rápido hasta llegar al máximo. Por este motivo aparece en el agua una espuma densa y maloliente y se produce un drástico descenso del oxígeno disponible, necesario para otras formas de vida acuática.

ÁRBOL DE PROBLEMAS: Es una herramienta para la identificación y el análisis de las causas relevantes de los problemas principales, que formaran más adelante las bases para formular soluciones y los objetivos para hallar las alternativas de solución mediante la ejecución de la investigación.

BIOINDICADORES: Es un indicador consistente en una especie vegetal, hongo o animal; o formado por un grupo de especies (grupo eco-sociológico) o agrupación vegetal cuya presencia (o estado) nos da información sobre ciertas características ecológicas, es decir, (físico-químicas, micro-climáticas, biológicas y funcionales), del medio ambiente, o sobre el impacto de ciertas prácticas en el medio. Se utilizan sobre todo para la evaluación ambiental (seguimiento del estado del medio ambiente, o de la eficacia de las medidas compensatorias, o restauradoras).

BRÁNQUIA: Uno de los órganos respiratorios pares que aparecen en muchos de los animales que respiran el aire disuelto en el agua.

CANALES DE DRENAJE: Incisiones en la tierra hechas por los seres humanos con el propósito de drenar agua excesiva de sus tierras.

CANALIZACIÓN: Enderezamiento del río, la construcción de canales de concreto u otras alteraciones al quebrantar su estado natural.

CAUCE: Lugar donde corre el agua de un río o quebrada.

CERCI: Filamentos terminales parecido a colas en los insectos.

CIANOBACTERIAS: Bacterias que llevan a cabo la fotosíntesis oxigénica gracias a que poseen pigmentos fotosintéticos (clorofila a, beta caroteno y ficobilinas)

CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES: Cantidad de contaminantes en la unidad de volumen del medio o del afluente, en condiciones normales

CONTAMINACIÓN: Alteración, daño de la pureza de una sustancia o el estado de alguna cosa. Ejemplo, cuando se tira basura al agua se daña la pureza del agua.

CUENCA HIDROGRÁFICA: Es una área enmarcada en límites naturales, cuyo relieve permite la recepción de las corrientes de agua superficiales y subterráneas que se vierten a partir de las líneas divisorias o de cumbre.

DEPÓSITOS FLUVIALES: Son aquellos que están constituidos por sedimentos que se acumulan a partir de la actividad de los ríos y los procesos de deslizamiento por gravedad asociados.

DEGRADAR: Acción de reducir o desgastar las condiciones propias de una cosa o lugar.

DESCOMPOSICIÓN: Degradación de los organismos muertos realizadas por las bacterias y los hongos.

DIVERSIDAD: Variedad de cosas o seres vivos distintos entre sí. Ejemplo: Diferentes grupos de insectos como Efemerópteros, Plecópteros y Dípteros.

ECOLOGÍA ACUÁTICA: Estudio de los organismos que viven en las quebradas ríos y de los organismos que viven en ellas; las relaciones entre los organismos y su medio ambiente.

ECOSISTEMA: Sistema ecológico caracterizado por un cierto grupo e sus organismos y sus interrelaciones.

ÉLITROS: Alas delanteras endurecidas en forma de vaina, habitualmente cubren todo el abdomen de un escarabajo cuando no está en vuelo. En algunos escarabajos los élitros son cortos y cubren solo parte del abdomen.

ENTORNO: Todo cuanto rodea a un organismo, incluido otros seres vivientes, clima, suelo y el agua.

EQUILIBRIO BIOLÓGICO: Estado en que se encuentra la naturaleza, manteniendo el control, el número de individuos excesivos de una especie con respecto a otras.

EROSIÓN: Proceso en que el agua va quitando partículas de tierra del suelo. Cuando hay mucha erosión, la tierra es arrastrada activamente por el agua.

ESPECIE: En términos sencillos, una especie es un grupo de organismos que se caracterizan por tener una forma, un tamaño, una conducta y un hábitat similares y porque estos rasgos comunes permanecen constantes a lo largo del tiempo.

EXOESQUELETO: Esqueleto que se encuentra en el exterior del cuerpo, que sirve de soporte a los tejidos blandos del cuerpo de un animal y proporciona apoyo para la acción muscular.

EUTRÓFICO: Son las aguas y suelos ricos en nutrientes (especialmente nitrógeno y fósforo) y, por lo tanto, de elevada productividad que favorece el crecimiento de las algas y otros organismos se opone a oligotrófico.

EUTROFIZACIÓN: Enriquecimiento en nutrientes, de origen natural o antrópico, de una masa de agua. La eutrofización suele manifestarse por un aumento de las poblaciones de algunas algas (especialmente microalgas) y determinadas plantas acuáticas.

FILTRACIÓN: Las plantas filtran el agua por medio de sus raíces absorben químicos y nutrientes para su propio uso.

GUSANO: Nombre común que se les da a las larvas de algunos dípteros.

HÁBITAT: Lugar concreto o sitio físico donde vive un organismo (animal o planta), a menudo caracterizado por una forma vegetal o por una peculiaridad física dominante

HIDRÓFITOS: Plantas acuáticas en sentido estricto, es decir, aquellas que completan su ciclo biológico cuando sus partes se encuentra sumergidas o flotando en la superficie del agua.

HOJARASCA: Paquetes de hojas muertas dentro de la quebrada.

LARVAS: Animales en estado de desarrollo que ya han abandonado su cubierta de huevo y son capaces de nutrirse por si solos. Pero aún no han adquirido la forma y organización propia de su especie.

LENTICO: Ecosistemas de aguas inmóviles. Por ejemplo, lagunas, pantanos y lagos de agua dulce.

LOTICO: Hábitat de agua con corriente, incluye todas las partes del curso de los ríos: los arroyos y manantiales de su cabecera, la zona central del valle, con sus remansos y sus rápidos, la zona de la llanura aluvial y los estuarios que vierten sus aguas al mar.

MESOSAPROBIO: Dícese de los organismos que viven en medios con una cantidad moderada de materia orgánica y variable cantidad de oxígeno en disolución, como algunas algas clorofíceas.

MESOTRÓFICO: Medio acuático con características intermedias entre las del medio oligotrófico y las de eutrófico.

MONITOREO: Consiste en la observación del curso de uno o más parámetros para detectar eventuales anomalías.

NINFA: Etapa inmadura de los insectos que pasan por una metamorfosis incompleta.

OLIGOSAPROBIO: Dícese del organismo adaptado a vivir en condiciones de escasez de materia orgánica y abundancia de oxígeno en disolución, como la mayoría de las algas de agua dulce

OLIGOTRÓFICO: Medio acuático con escasa cantidad de sustancias disueltas aprovechables y que se encuentran en el primer paso de su proceso evolutivo. Es decir, cuerpo de agua con pocos nutrientes y pocos organismos vivos.

ORILLAS SOCAVADAS: Orillas que han sido cortadas por el agua formando cuevas al lado de la quebrada.

PLAN: Programa de las cosas que se van a hacer y de cómo hacerlas:

PLANICIE DE INUNDACIÓN: Tierra de baja gradiente alrededor de los ríos la cual puede ser cubierta con agua cuando los ríos crecen. Este sector es construido por el río.

POLISAPROBIO: Organismo capaz de vivir en aguas muy contaminadas con desechos orgánicos, que sean capaces de pudrirse, como las aguas servidas y aguas residuales.

POLITRÓFICO: Nutrientes siempre presentes y en gran cantidad. Aguas en putrefacción de todo tipo. Aguas profundas carentes periódicamente de oxígeno, formación de ácido sulfhídrico.

RIBERA: Área que está directamente a los lados de la quebrada y se extiende por 50 metros.

REGENERACIÓN: Crecimiento de una planta después de haber sido cortada.

SEDIMENTOS: Partículas pequeñas de tierra o piedra que se suspenden en el agua o cubren el fondo de la quebrada.

SUSTRATO: Material que se deposita en el fondo o lecho del río y que puede ser de arcilla, piedras, rocas, arena y partículas orgánicas entre otros materiales.

TAXÓN: Cualquier unidad en la clasificación de los organismos vivos (familia, especie).

TRATAMIENTO DE AGUAS: Conjunto de técnicas y procedimientos que permiten modificar sus condiciones físico-químicas y biológicas.

TRAYECTO: Segmento de la quebrada de un kilómetro que normalmente tiene rápidos y pozas.

TURBIO: Agua que tiene baja visibilidad o claridad. Parece de color café o café con leche.

VEGETACIÓN NATURAL: Vegetación nativa al sitio que incluye una mezcla de hierbas, arbustos y árboles.

VESTIGIOS ALARES: Alas inmaduras en los estadios larvales de los insectos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia de protección ambiental. (2008). Informe Anual Ambiental 2008, Ciudad de Buenos Aires. Ministerio de Ambiente y Espacio Público. Buenos Aires. ISBN: 978-987-1037-81-0
2. Alba – Tercedor, J. (2006). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA). Almería, España. ISBN: 84-7840-26-62-4
3. Alba–Tercedor, J. y Sánchez-Ortega, A. (2008). Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basada en el de Hellawell (2006). *Limnética*, 4: 51- 56. Asociación Española de Limnología. Madrid. Spain. ISBN: 84-7841-268-62-5
4. Álvarez, L. (2005). Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Instituto Alexander von Humboldt. Colombia. ed: v. Fasc. P. En proceso de publicación.
5. Arango, M.; Álvarez, L.; Arango, G.; Torres, O. y Monsalve, A. (2008). Calidad del agua de las quebradas la Cristalina y la Risaralda, San Luis, Antioquia. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín, Colombia. ISSN 1794-1237
6. Asamblea Constituyente. Constitución (2008), República del Ecuador, Ciudad Alfaro – Ecuador.
7. Aurazo, M. (2005). Manual I, Teoría: Aspectos biológicos de la calidad del agua. Dirección de Investigación e información Ambiental del Ministerio del Ambiente. CDAM-MINAM. Lima, Perú. En proceso de publicación
8. Briceño, R. y Ávila, O. (2014) De la participación comunitaria a la participación social: un enfoque de Ecosalud. Venezuela. ISSN 1315- 0006
9. Buendía, P. y Palazón, F. (2010). El agua: un recurso escaso. Editorial Ministerio de Educación de España. España. ISBN 9788436949674
10. Buitrón, R. (2009). ¿Estado constitucional de derechos? Informe sobre derechos humanos Ecuador 2009. Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, Programa Andino de Derechos Humanos, PADH. Quito, Ecuador. ISBN: 978-9978-19-388-4
11. Bustamante, C., Dávila, C., Torres, S. y Ortiz, J. (2008). Composición y abundancia de la comunidad de fitoperifiton en el Río Quindío. Facultad de Educación. Universidad del Quindío, Armenia, Colombia. ISSN 978-9943-6645
12. Cañadas, A. y Rade, D. (2013). Bases Económicas y desarrollo Sostenible como plataforma para la formulación de proyectos ambientales. Centro Universitario de

- Investigación Ciencia y Tecnología CUICYT, Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador. ISBN: 97899422136282
13. Chará, J.; Solarte, A.; Giraldo, C.; Zualaga, A. y Murgueitio, E. (2009). Evaluación Ambiental. Proyecto: Ganadería Colombiana Sostenible. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Social. Bogotá, Colombia. En proceso de publicación
 14. Chorus, I. Bartram, J. (1999). Toxic cyanobacteria in water: A guide to their public health consequences, monitoring and management. UNESCO, WHO and UNEP by E y FN Spon. ISBN: 0 419 23930 8
 15. Carrera, C. y Fierro, K. (2001). Manual de monitoreo: Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Eco Ciencia. Quito, Ecuador, ISBN: 9978-41-964-0.
 16. Conferencia Hidrológico del Ebro. (2005). Protocolos de muestreo y análisis para Fitoplancton. España. Aprobado por instrucción del Secretario de Estado de Medio Ambiente de fecha 22 de noviembre de 2013. En proceso de publicación.
 17. Congreso Nacional (2004). Ley de aguas, Codificación 16, Registro Oficial 339 de 20 de Mayo del 2004. Quito, Ecuador.
 18. Capó, M. (2007). Principios de Ecotoxicología. Editorial Tebar. Madrid, España. ISBN. 8473602633, 9788473602631
 19. De la Lanza, G., Hernández, S. y Carbajal, J. (2011). Organismos indicadores de la calidad del agua y de la contaminación (bioindicadores). Universidad Nacional Autónoma de México. Editorial Plaza y Valdés, S.A. de C.V. México. ISBN: 968-856-853-8.
 20. Evans, K y Guariguata, M. (2008). Monitoreo Participativo para el manejo forestal en el trópico: una revisión de herramientas, conceptos, y lecciones aprendidas. Centro de la Investigación Forestal Internacional (CIFOR). Bogor, Indonesia. ISBN: 978-97-9-1412-71-1
 21. Fernández, H.R. y Domínguez, E. (2001), Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Investigaciones de la UNT, Ciencias Exactas y Naturales; Universidad Nacional de Tucumán, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo, Tucumán, Argentina. ISBN: 950554247X 9789505542475
 22. Fernández, N. y Buitrón, R. (2010). Derecho al Agua y Saneamiento: avances, límites y retos. Informe sobre derechos humanos Ecuador 2009. En proceso de publicación.
 23. Figueroa, R., Valdovinos, C., Araya, E y Parra O. (2003), Macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos de calidad de agua, De Ríos del Sur de Chile. Unidad de Sistemas Acuáticos, Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción. Chile. ISSN: 0716-078
 24. Gallo, N., y Apolo, B. (2012). Fundamentos de Ficología. Quito, Ecuador.

25. García, J.; Molina, F.; Quiroz, H.; Trujillo, P y Díaz, M. (2011). Distribución y sistemática del fitoplancton a lo largo del río Amacuzac (Morelos, México). México. ISSN: 0188-6266
26. Geilfus, F. (2009). 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. 8ª reimpresión. San José, Costa Rica. ISBN: 99923-7727-5
27. Gerard, K., Veza, J. y Veza, J. (2005). Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. España. ISBN: 9788-4481-21-495
28. Grijalva, F., y Montijo, A. (2005). Sistemas Fluviales. Disponible en: <http://www.geologia.uson.mx/academicos/grijalva/ambientesfluviales/>
29. Gómez, L. y Ramírez, Z. (2007). Microalgas como bioindicadores de contaminación. Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado, Laboratorio de Ecotoxicología Marina, Universidad de Oriente. Cuba. ISSN: 0258-5995
30. Gutiérrez, L. (2003). Texto unificado Legislación Ambiental Secundaria, Medio Ambiente, Decreto Ejecutivo 3516, R.O. 2, Fecha 31-03-2003
31. Hahn, C.; Toro, D.; Grajales, A.; Duque, G. y Serna, L. (2009). Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola. Universidad de Caldas. Municipio de Palestina, Colombia. ISSN 0123 - 3068
32. Hasle, G. (2001). Using the inverted microscope. Phytoplankton manual. In A. Sournia (ed.), 3rd Edition, Monographs on Oceanographic Methodology. UNESCO Publishers, Paris Francia.
33. Herbas, R.; Rivero, F. y Gonzales, A. (2006). Indicadores Biológicos de Calidad de Agua. Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias y Tecnología, Programa de Maestría en Ingeniería Ambiental. En proceso de publicación.
34. Hellawell, J. (1986). Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management. Elsevier Applied Science Publisher. London, New York
35. Hernández, A.; Martínez, R.; Moreno, D. y Martínez, L. (2012). Diversidad de insectos acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua de la microcuenca del Río Jutiapa en las quebradas Corralitos, Limones y Jutiapa del Parque Nacional La Tigra. Francisco Morazán, Honduras. DOI: 10.5377
36. Herrera, L.; Medina, F. y Naranjo, L. (2008). Tutoría de la Investigación Científica, Editorial Empredane. Ambato, Ecuador. ISBN: 9978-981-25.
37. Larraín, S. y Poo, P. (2010). Conflictos por el Agua en Chile: Entre los Derechos Humanos y las Reglas del Mercado. Chile. ISBN: 9567889430
38. Levin, R. y Rubin, D. (2004). Estadística para administración y economía. Pearson Educación. México. 7ma. Edición. pág. AT-16 y At-17. ISBN: 970-26-04-0497-4

39. Lind, D.; Marchal, W.; Mason, R. y Hano, M. (2004). Estadística para administración y economía. Alfaomega Editorial. México. Cáp. 9, pág. 386-388. ISBN:9701509749, 9789701509746
40. López. G, Rubio. C y Machuca. M. (2005). VI Simposio sobre El Agua en Andalucía. Instituto Geológico y Minero de España. ISBN: 84-7840-579-8
41. Lozano, L. (2005). La bioindicación de la calidad del agua: Importancia de los macroinvertebrados en la cuenca alta del río Juan Amarillo, cerros orientales de Bogotá. Universidad Manuela Beltrán. Bogotá, Colombia. ISSN: 1692-3375.
42. Mafla, H. M. (2005).Guía para Evaluaciones Ecológicas Rápidas con Indicadores Biológicos en Ríos de Tamaño Mediano Talamanca - Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica, ISBN: 997757412.
43. Marro, A. (2006). Planteamiento para emergencias y desastre. Ministerio de Salud. Perú.
44. Mason, F. (2004). Biología de la contaminación del agua dulce. España: Editorial Alhambra. ISBN: 8420509930
45. MORENO, J.; TAPIA, M.; GONZALEZ, M. y FIGUEROA, M. (2008). Fitoplancton del río Tehuantepec, Oaxaca, México y algunas relaciones biogeográficas. Rev. biol. trop, vol.56, n.1, pp. 27-54. ISSN 0034-7744.
46. Murray, L., y Rossi, L. (2007). Guía de monitoreo y evaluación. Pact Brasil. São Paulo, Brasil. CEP 01155-040.
47. Neumann, M.; Baumeisterb, J.; Liess; M., y Schulza, R. (2003). “An expert system to estimate the pesticide contamination of small streams using benthic macroinvertebrates as bioindicators part 2: The knowledge base of limpart”.EcologicalIndicators.DOI:10.1016/S1470-160X(03)00011-6
48. Novelo, E. (2012). Flora del Valle de Tehucán Cuicatlán. Fascículo 102. Bacillariophyta Hustedt. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Primera edición. ISBN: 968-36-3108-8.
49. Odum, E. (1989). Ecología. La Habana, Cuba: Editorial Revolucionaria. 3ra Edición. ISBN: 9706864709
50. Oliva, M.; Godínez, J. y Zuñiga, C. (2014). Biodiversidad del fitoplancton de aguas continentales en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S54-S61, 2014, DOI: 10.7550/rmb.32706
51. Olivero I. y Sosa, L. (2013). Manual de planificación de políticas, programas y proyectos alimentarios. ISBN: 978987185258-1

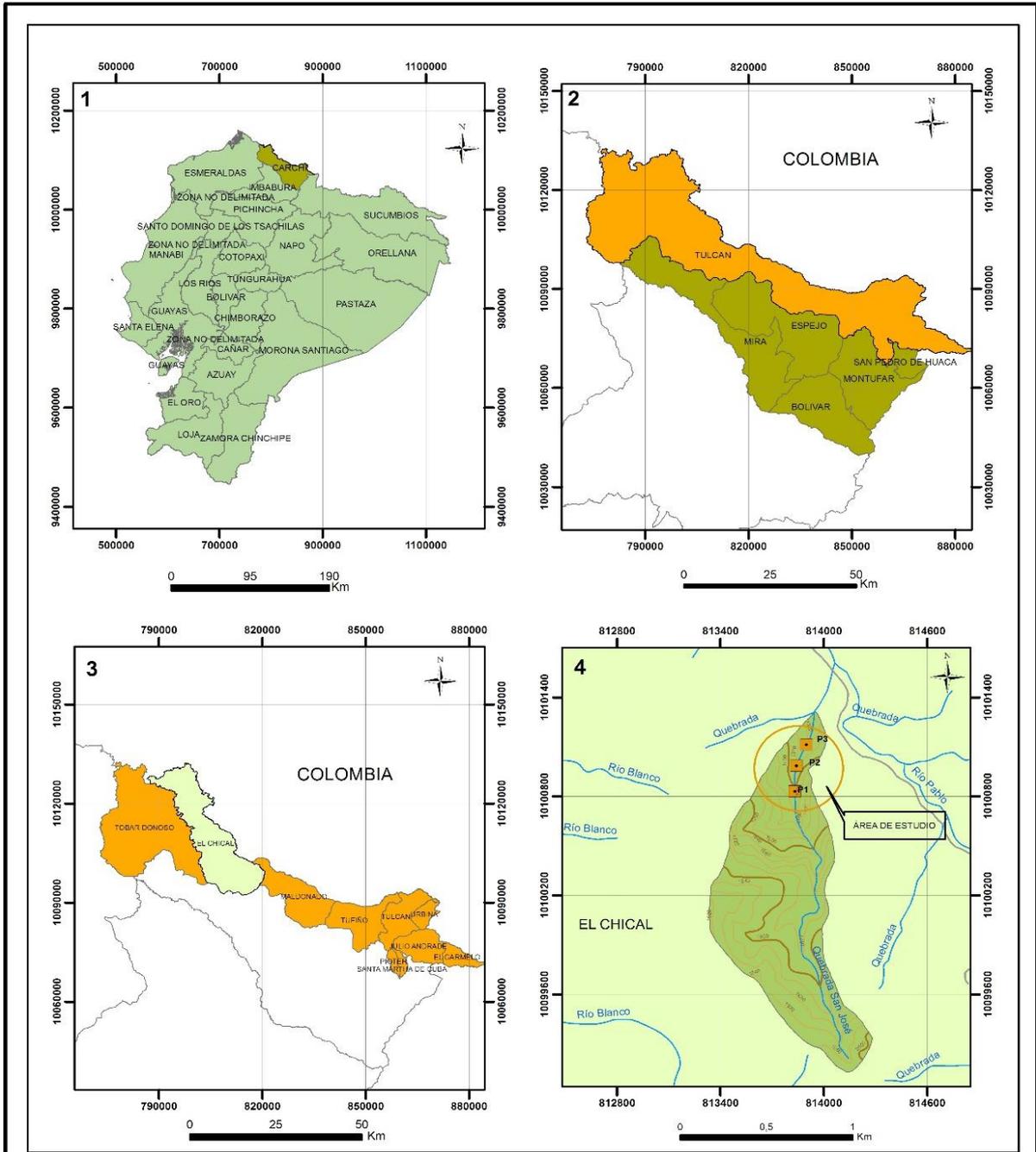
52. Ortigón, E., Pacheco, J. y Prieto, A. (2005). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), Área de proyectos y programación de inversiones. Santiago de Chile. ISSN impreso 1680-886X, ISSN electrónico 1680-8878. ISBN: 92-1-322719-1
53. Pantle, R. y Buck, H., (1995). Die biologische Überwachung der GÄwasser and die Darstellung der Ergebnisse. Gas-u WassFach. 96, 604.
54. Palmer, M. (1979). Algas en abastecimientos de agua. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Ciencias del Mar. Informe, Issues 24-30. Editorial Interamericana. México.
55. Posso, M. (2009). Metodología del Trabajo de Grado, 4ª Edición, Editorial Nina Comunicaciones, Quito Ecuador. ISBN: 978-9978-43-839-8
56. Prat, N. (1998). Bioindicadores de Calidad de Aguas. En; Memorias del Curso bioindicadores de Calidad de Aguas. Universidad Antioquia, Medellín, Colombia. Revista de la Academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales, Volumen 23, Issues 86-89
57. Prieto, C. (2004). El agua: sus formas, abastecimientos, usos, daños, control y conservación. Ecoe Ediciones. Bogotá, Colombia. ISBN: 958-64-8356-8
58. Ramírez, A., Ramírez G. y Viña, G. (1998). Limnología Colombiana. Aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia. ISBN: 958902906
59. Ramírez, A. (2010). Capítulo 2: Métodos de recolección. Rev. biol. Trop., vol.58, suppl.4, pp. 41-50. ISSN: 0034-7744.
60. Ramírez, J. (2000). Fitoplancton de agua dulce. Bases ecológicas, taxonómicas y sanitarias. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. ISBN: 958-655-384-1
61. Reynolds, C. (2006). La Ecología del Fitoplancton. Editorial. Cambridge University Press. ISBN: 9780521844130.
62. Roldán, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Uso del método BMWP/Col. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. ISBN: 958-655-671-9.
63. Roldán, G., y Ramírez, J. (2008). Fundamentos de Limnología Neotropical. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 2da Edición. ISBN: 978958714144-3
64. Roldan, G., Velásquez, L., Machado, T. (1981). Ecología la Ciencia del Ambiente. Editorial NORMA. ISBN: 8482762370, 9788482762371

65. Román, B.; Nahuelhual, L. y Morey, F. (2009). Programa de Educación Ambiental para comités de Agua Potable Rural en el sur de Chile. Universidad Austral de Chile. Instituto de Economía Agraria. Baldia Región de los Ríos, Chile. ISBN: 1316-4910.
66. Román -Valencia, C. (2001). Ecología trófica y reproductiva de *Trichomycterus caliense* y *Astroblepus cyclopus* (Pisces: Siluriformes) en el río Quindío, Alto Cauca, Colombia. *Revista de Biología Tropical* 49: 657-666. ISSN: 0034-7744.
67. Rosenberg, D., & Resh, V. (1993). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York, United States of America. ISBN: 978-1-4443-3036-6
68. Sabater, S. y Elozegi, A. (2009). Conceptos y Técnicas en ecología fluvial, Presentación: Importancia de los ríos. Fundación BBVA. ISBN: 978-84-96515-87-1
69. Shannon, C. y Weaver, W. (2000). *The Mathematical Theory of Communication*. University Illinois Press, Urbana, IL. ISBN: 9780252725463
70. Salinas, Z. y Hernández, P. (2008). Guía para diseño de proyectos MDL forestales y de bioenergía. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. ISBN: 978997757461-5
71. Sánchez, N. (2007). El marco lógico. Metodología para la planificación, seguimiento y evaluación de proyectos. Caracas, Venezuela. ISSN 1317-8822
72. Spiegel, J. y Maystre, L. (2004). Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Regeneración de aguas residuales, Capítulo control de la contaminación. España: Editorial Chantal Dufresne, BA. ISBN: 84-7434-995-8
73. Springer, M. (2010) Capítulo 7: Trichoptera. *Rev. biol. trop*, vol.58, suppl.4, p.151-198. ISSN: 0034-7744
74. Springer, M. (2010). Capítulo 3: Biomonitorio acuático. *Revista de Biología Tropical*, 58, 53-59. ISSN: -0034-7744
75. Streble, H., y Krauter, D. (2005). Atlas de microorganismos de agua dulce - La vida en una gota de agua. España: Ediciones Omega S. A. ISBN: 9788428208000
76. Sweeney, J., Anderson, R., Williams, D., Lind, A., Marchal, G. (2003). Estadística para Administración y Economía. Métodos no Paramétricos. México. 10ma. Edición. Pág. 827, 828, 829. ISBN: 9706862781
77. Thomet, N. y Voza, A. (2012). Manual de elaboración de proyectos. Una herramienta paso a paso para apoyar el desarrollo de las cooperativas y otras formas de organizaciones de autoayuda. La Paz, Oficina de la OIT para los Países Andinos, Programa de Cooperativas de la OIT (EMP/COOP), Departamento de Creación de Empleo y Desarrollo Empresarial (EMP/ENT), Sector Empleo. Lima, Perú. ISBN: 978-92-2-324169-8

78. Tomanova, S. y Tedesco, P. (2006). Tamaño corporal, tolerancia ecológica y potencial de bioindicación de la calidad del agua de *Anacroneuria* spp. (Plecoptera: Perlidae) en América del Sur. ISSN:-0034-7744
79. Triola, M. (2004). Estadística. Pearson Educación. México. 9na. Edición. Pág.663, 664.ISBN: 970-26-05 19-9
80. Utermöhl, H. (1958). Zur Vermollkommung der quantitativen Phytoplankton – Methodik. Mitt. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol. 9:1-38. doi: 10.1093/plankt/22.12.2255
81. Vadillo, S.; Píriz, S. y Mateos, E. (2002). Manual de Microbiología veterinaria. McGraw Hill Interamericana. ISBN: 8448604709, 9788448604707
82. Villalobos, M. (2001). Calidad de las aguas de los ríos de Navarra. 13pp. Revista Ciencia y Tecnología. En proceso de publicación.
83. Zamora – Muños, C. y Alba – Tercedor, J. (2006). Bioassessment of organically polluted Spanish rivers, using a biotic index and multivariate methods. Journal of the North American Benthological Society. ISSN: 0213-8409

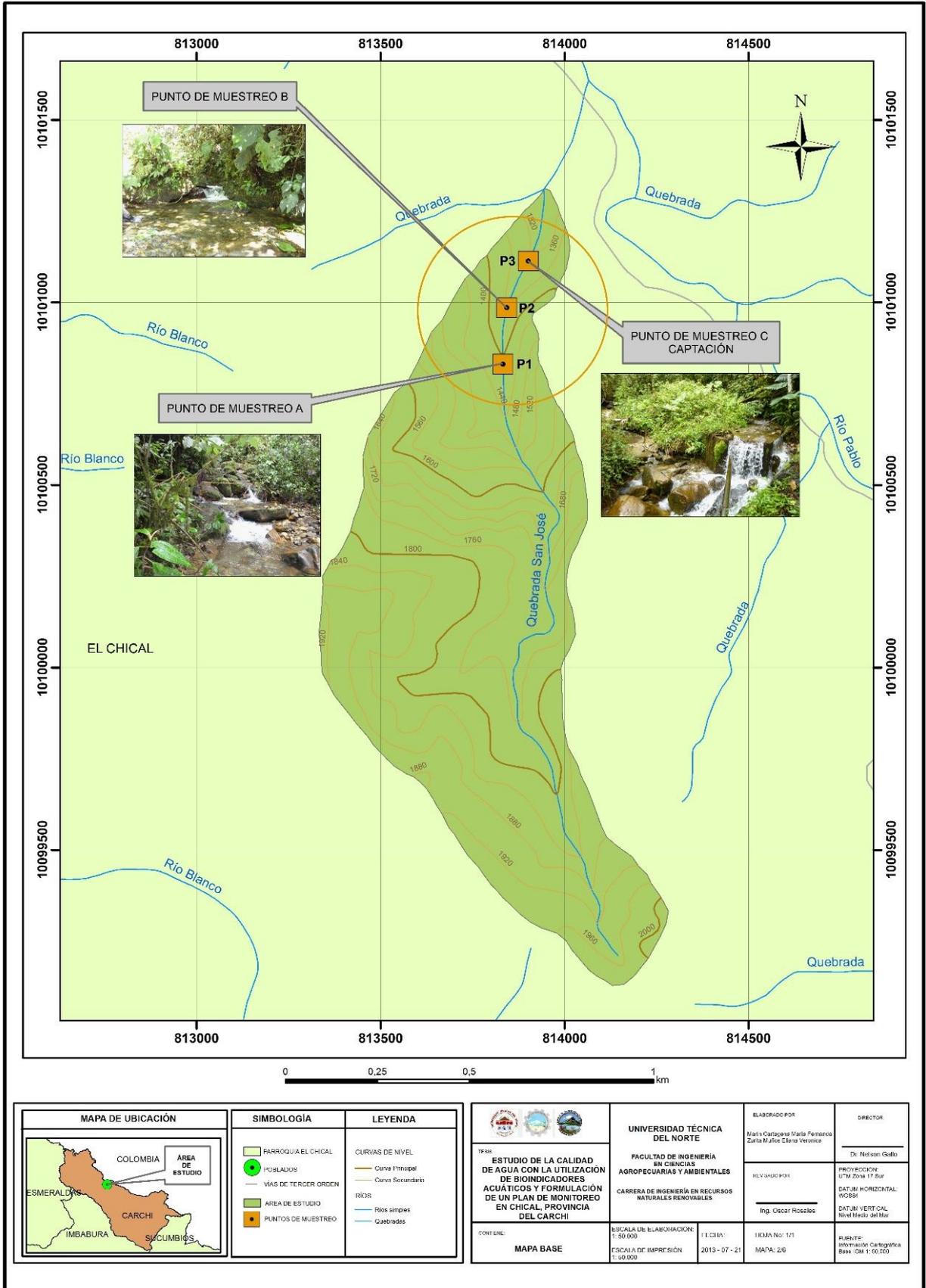
ANEXO 1: MAPAS TEMÁTICOS

MAPA 1: Ubicación del Área de Estudio



<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES</p>	ELABORADO POR: María Cordero Méndez, entrada Zuley, Yuliana E. Lara, secretaria	DIRECTOR: Dr. Nelson Gallo	
	REVISADO POR: Ing. Oscar Floresales	PROFESORADO: Liliana Dorra / Y. San DANIEL HERNANDEZ 908934 Lic. 480 5817 2500, Dívali Méndez de Mar	
CONTIENE: MAPA DE UBICACIÓN	ESCALA DE ELABORACION: 1:50.000 ESCALA DE IMPRESION: 1:50.000	FECHA: 2013 - 07 - 21	FIGURA No: 171 MAPA: 17 1-JULIO-13 Institución: Universidad Tecnológica del Norte Escala: 1:50.000

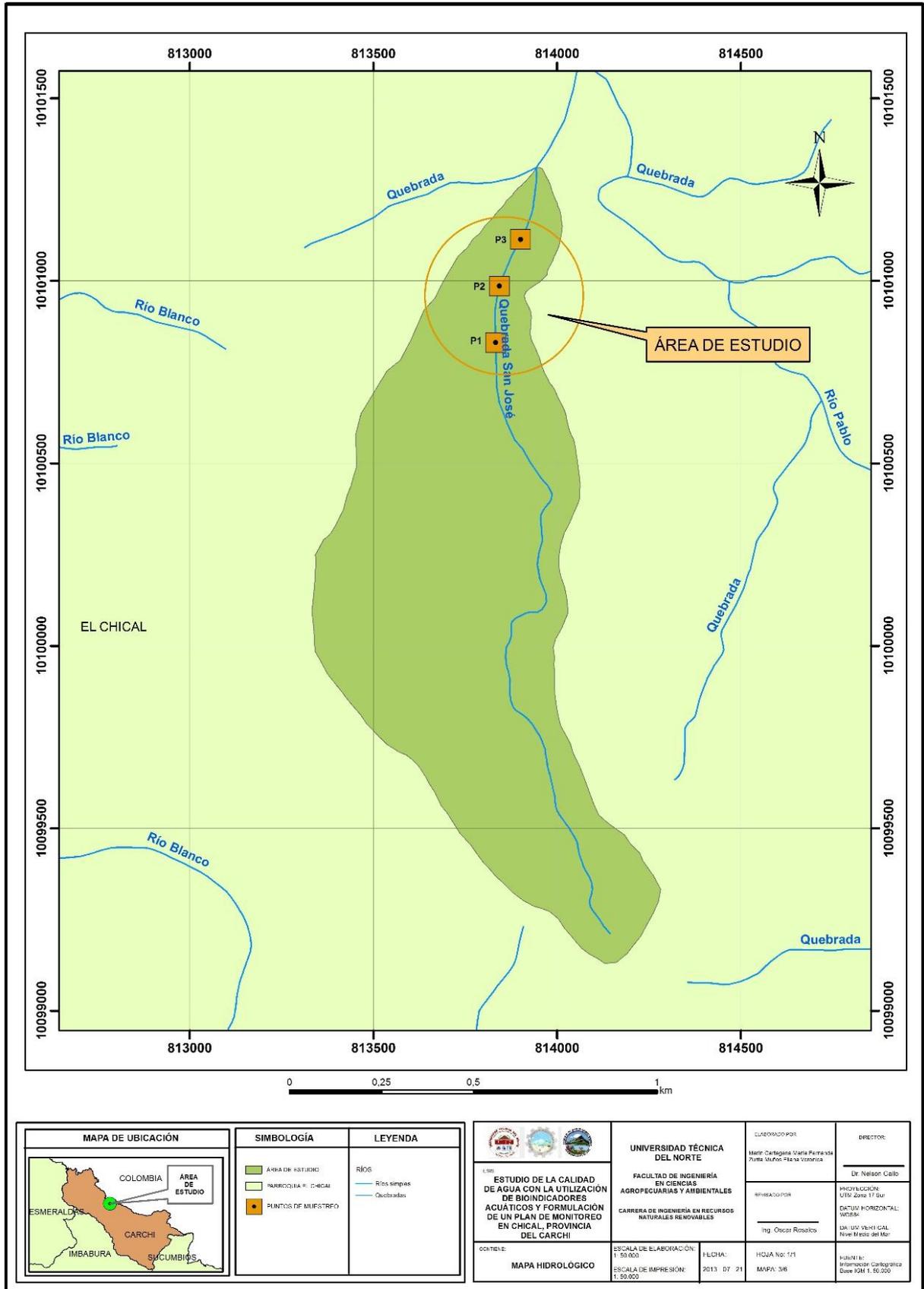
MAPA 2: Mapa Base



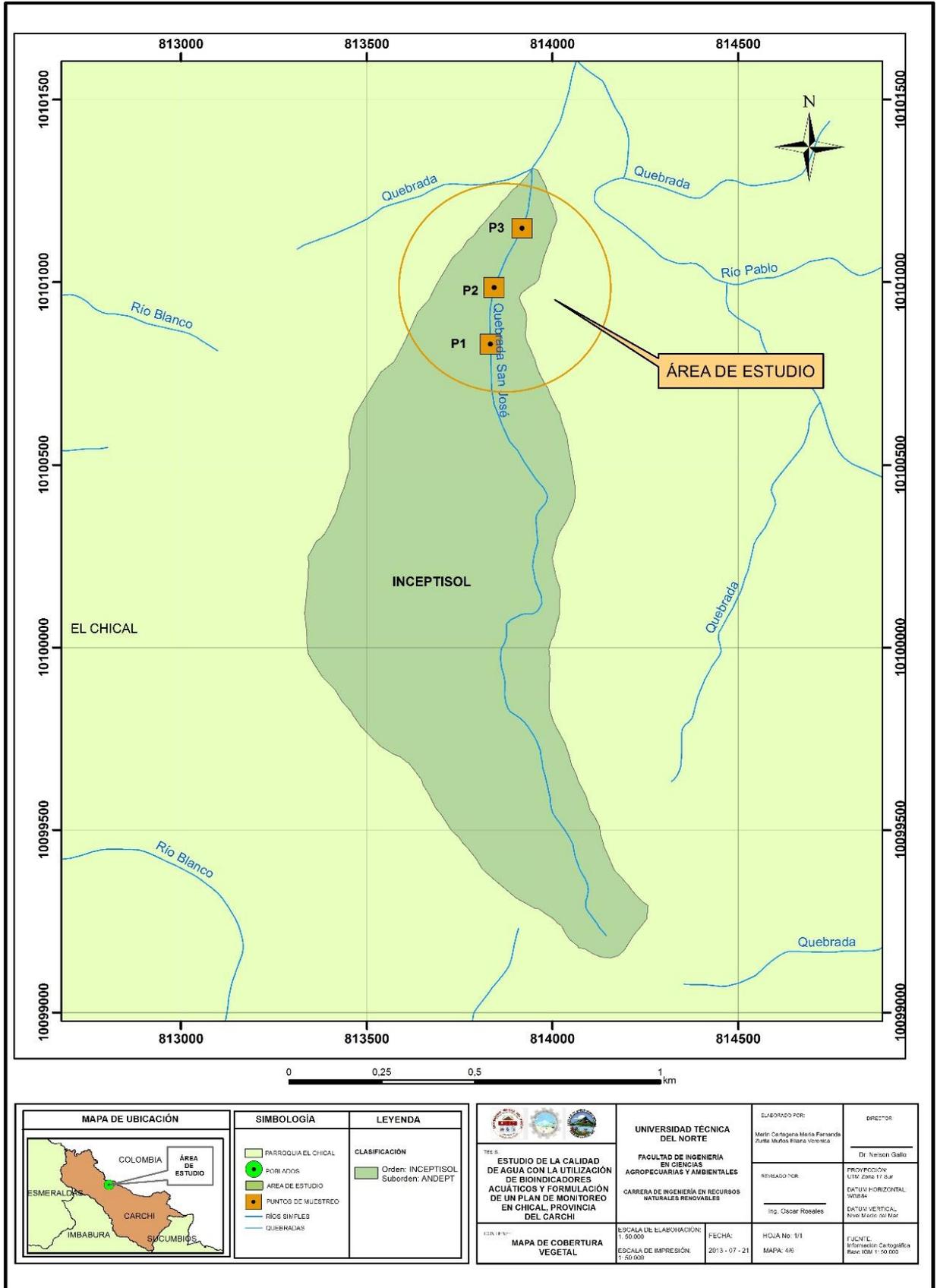
SIMBOLOGÍA	LEYENDA
PARROQUIA EL CHICAL	CURVAS DE NIVEL
HOBLADOS	Curva Principal
VÍAS DE TERCER ORDEN	Curva Secundaria
AREA DE ESTUDIO	RÍOS
PUNTOS DE MUESTREO	Ríos simples
	Quebradas

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE		ELABORADO POR: Mirtha Cartagena Valle Ferreras Zuleika Muñoz Echeverría	DIRECTOR: Dr. Nelson Gallo
	FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES		ELABORADO POR: Ing. Oscar Rosales	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur DATUM HORIZONTAL: WGS84 DATUM VERTICAL: Nivel Medio del Mar
TÍTULO: ESTUDIO DE LA CALIDAD DE AGUA CON LA UTILIZACIÓN DE BIOINDICADORES ACUÁTICOS Y FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MONITOREO EN CHICAL, PROVINCIA DEL CARCHI	ESCALA DE ELABORACIÓN: 1:50.000	FECHA: 2013 - 07 - 21	FOLIO No: 1/1	FUENTE: Información Cartográfica Base (CM 1:50.000)
CONTENIDO: MAPA BASE	ESCALA DE IMPRESIÓN: 1:50.000		MAPA No: 2/6	

MAPA 3: Hidrológico



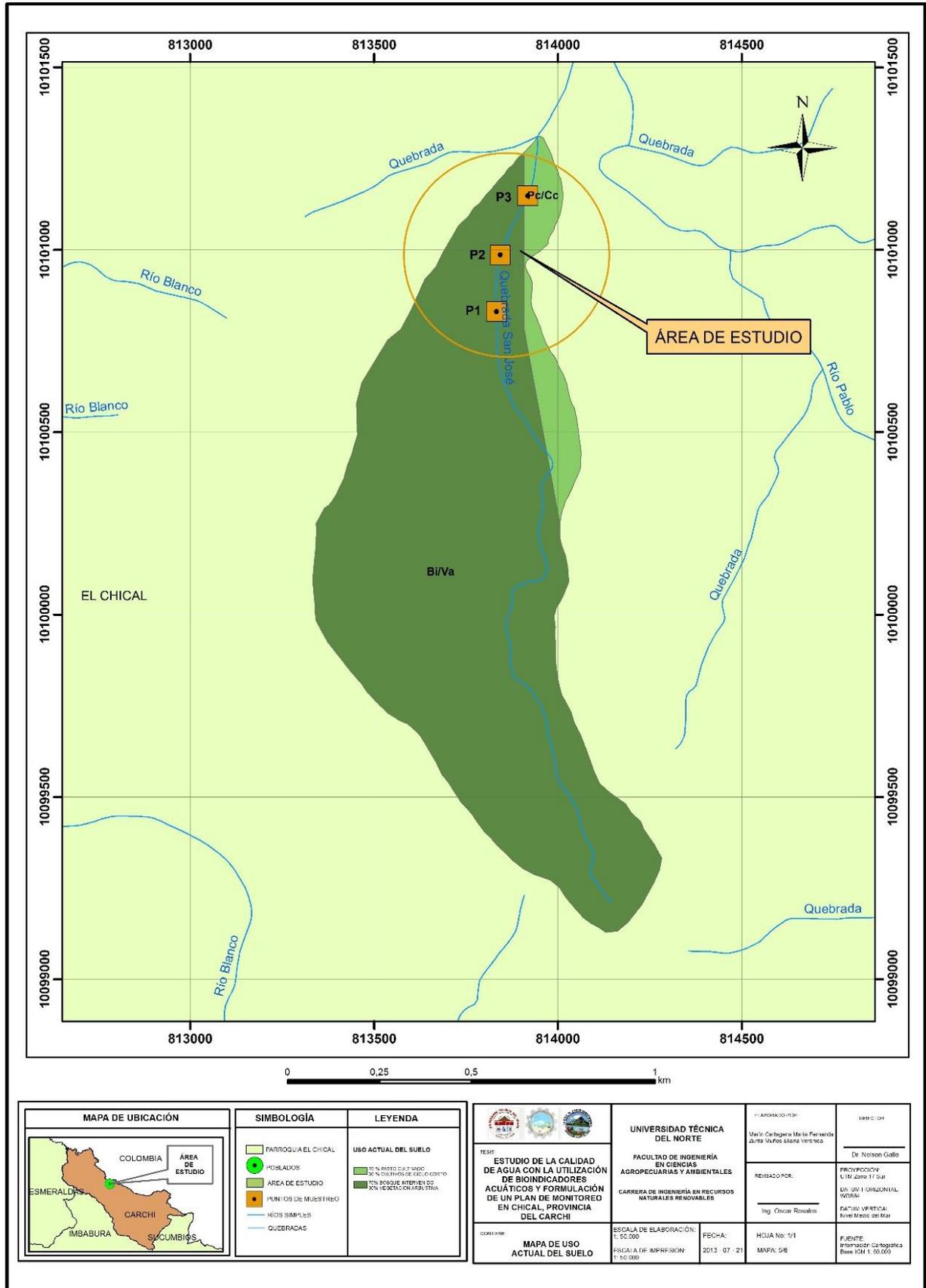
MAPA 4: Cobertura vegetal



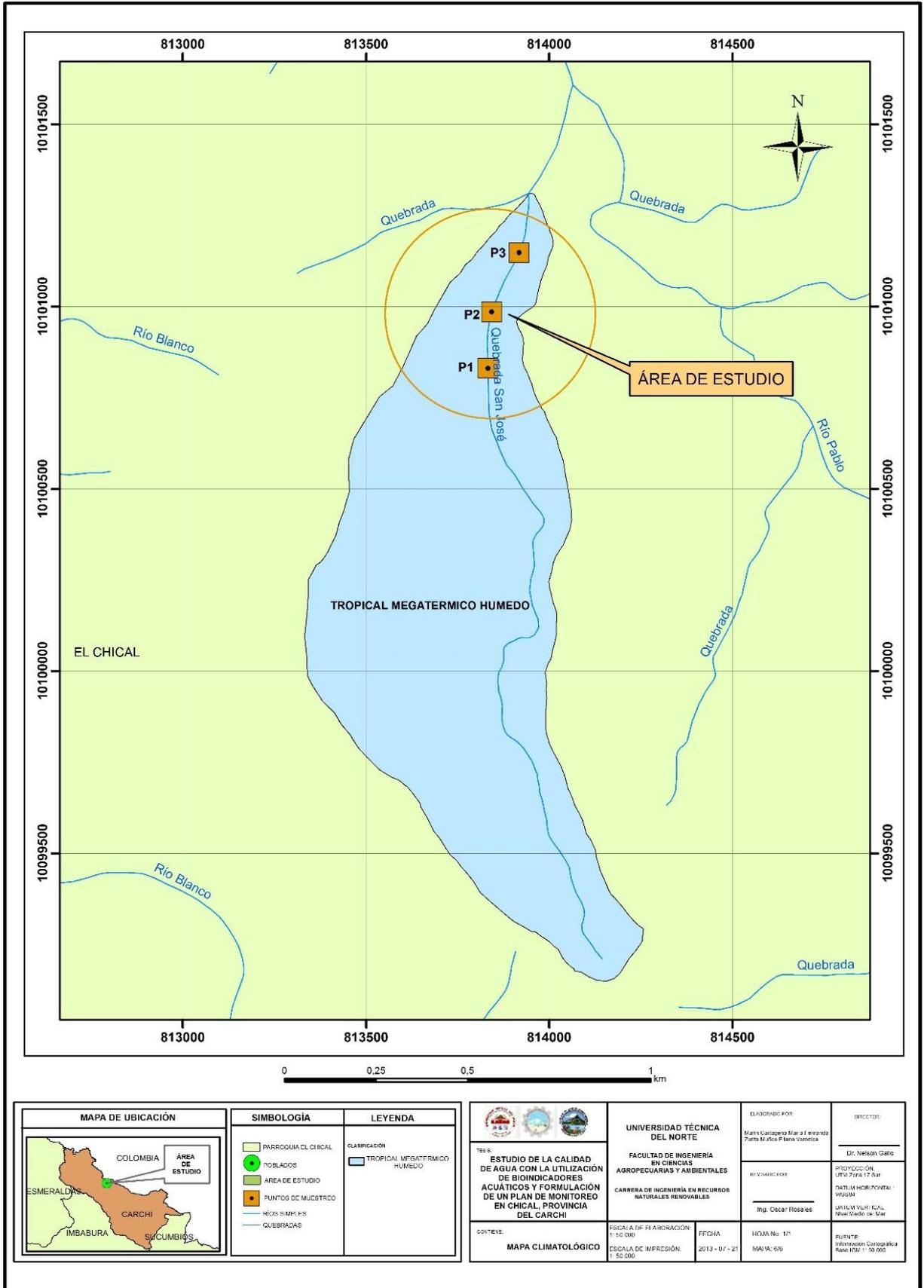
SIMBOLOGÍA	LEYENDA
PARROQUIA EL CHICAL	CLASIFICACIÓN
POBLADOS	Orden: INCEPTISOL
ÁREA DE ESTUDIO	Suborden: ANDEPT
PUNTOS DE MUESTREO	
RÍOS SIMPLES	
QUEBRADAS	

 TÍTULO: ESTUDIO DE LA CALIDAD DE AGUA CON LA UTILIZACIÓN DE BIOINDICADORES ACUÁTICOS Y FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MONITOREO EN CHICAL, PROVINCIA DEL CARCHI	UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES		ELABORADO POR: Merli Cartagena Mérida Fernández Justa Muñoz Illana Viterbo	DIRECTOR: Dr. Nelson Gallo
	ESCALA DE ELABORACIÓN: 1:50.000 ESCALA DE IMPRESIÓN: 1:50.000	FECHA: 2013 - 07 - 21	HOJA No. 1/1 MAPA: 4/6	PROYECCIÓN: UTM, zona 17 Sur DATUM HORIZONTAL: WGS84 DATUM VERTICAL: Nivel Medio del Mar
INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE Base IGN 1:50.000				

MAPA 5: Uso actual del suelo



MAPA 6: Climático



SIMBOLOGÍA	LEYENDA
PARROQUIA EL CHICAL	CLASIFICACIÓN
POBLADOS	TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO
AREA DE ESTUDIO	
PUNTOS DE MUESTREO	
RÍOS SIMPLIFICADOS	
QUEBRADAS	

<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</p> <p>FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES</p> <p>CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES</p>	ELABORADO POR: María Catalina Marín Ferrando Zurita Muñoz P. Elena Vitorica	DIRECTOR: Dr. Nelson Gallo
	PROYECCIÓN: UTM Zona 17 Sur	PROYECTOR: Ing. Oscar Rosales
TÍTULO: ESTUDIO DE LA CALIDAD DE AGUA CON LA UTILIZACIÓN DE BIOINDICADORES ACUÁTICOS Y FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MONITOREO EN EL CHICAL, PROVINCIA DEL CARCHI	ESCALA DE REPRESENTACIÓN: 1:50 000	FECHA: 2013 - 07 - 21
CONTENIDO: MAPA CLIMATOLÓGICO	ESCALA DE IMPRESIÓN: 1:50 000	HOJA No. 017 MA/AL/6/6

ANEXO 2: FORMATOS

FORMATO 1. Lista de chequeo para la caracterización de los sitios de monitoreo de macroinvertebrados y fitoplancton.

<u>SITIOS DE ESTUDIO</u>	<u>UBICACIÓN</u>		
A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>	Provincia: Cantón: Parroquia: Localidad:	Latitud: Longitud: Altitud:msnm	
Responsable:		Fecha:	Hora:
Proyecto:			
Condiciones del tiempo: Lluvia, antes o durante el monitoreo			

MICROHÁBITAD

<u>PUNTOS DE MUESTREO</u>		<u>TIPO</u>	<u>ANCHO (m)</u>	<u>PROFUNDIDAD (m)</u>	<u>PENDIENTE (%)</u>
1	<input type="checkbox"/>	Crenón (nacimiento) <input type="checkbox"/>	Menor que 1 <input type="checkbox"/>	Menor que 0,1 <input type="checkbox"/>	Menor que 1 <input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	Nitrón (río de montaña) <input type="checkbox"/>	Entre 5 y 25 <input type="checkbox"/>	Entre 0,1 y 0,5 <input type="checkbox"/>	Entre 1 y 3 <input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	Potamón (valles) <input type="checkbox"/>	Entre 25 y 100 <input type="checkbox"/>	Entre 0,5 y 1,0 <input type="checkbox"/>	Entre 3 y 7 <input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	Canal <input type="checkbox"/>	Mayor que 100 <input type="checkbox"/>	Mayor que 2 <input type="checkbox"/>	Mayor que 7 <input type="checkbox"/>

<u>VELOCIDAD DE LA CORRIENTE</u>	<u>TIPO DE SUSTRATO</u>	<u>CONDICIÓN DEL SUSTRATO</u>	<u>EXPOSICIÓN</u>	<u>ESTRUCTURA DEL BANCO</u>
Muy rápida <input type="checkbox"/>	Piedras <input type="checkbox"/>	Limpio <input type="checkbox"/>	Abierto <input type="checkbox"/>	Natural <input type="checkbox"/>
Rápida <input type="checkbox"/>	Arena <input type="checkbox"/>	Con materia orgánica <input type="checkbox"/>	Parcialmente <input type="checkbox"/>	Raíces <input type="checkbox"/>
Moderada <input type="checkbox"/>	Grava <input type="checkbox"/>	Resto de vegetación <input type="checkbox"/>	cubierto <input type="checkbox"/>	Piedras <input type="checkbox"/>
Baja <input type="checkbox"/>	Cien, barro <input type="checkbox"/>	Otros <input type="checkbox"/>	Muy Cubierto <input type="checkbox"/>	Concreto <input type="checkbox"/>
Quieta <input type="checkbox"/>				

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS - QUÍMICAS

<u>TRANSPARENCIA</u> (Shecchi, cm)	Claro (> 50) <input type="checkbox"/>	<u>COLOR DEL AGUA</u>	Transparente <input type="checkbox"/>	<u>TÉCNICA DE MONITOREO</u>
	Turbio(> 50) <input type="checkbox"/>		Turbia <input type="checkbox"/>	Red de Surber <input type="checkbox"/>
	Muy turbio (> 50) <input type="checkbox"/>		Muy Turbia <input type="checkbox"/>	Piedras y hojarascas <input type="checkbox"/>
<u>TEMPERATURA</u> (°C)	<u>PH</u> <input type="text"/>	<u>CONDUCTIVIDAD</u> <input type="text"/>		Manual <input type="checkbox"/>
	<u>MEDICIONES DEL AMBIENTE</u>	<u>TOPOGRAFÍA</u>		Arrastre con red de Fitoplancton <input type="checkbox"/>
Aire <input type="text"/>	Intensidad Luminosa <input type="checkbox"/>	Irregular <input type="checkbox"/>		<u>ÁREA DE MONITOREO (m)</u> <input type="text"/>
Agua <input type="text"/>	Humedad Relativa <input type="checkbox"/>	Plana <input type="checkbox"/>		<u>TIEMPO DE MONITOREO(min)</u> <input type="text"/>
	Presión Atmosférica <input type="checkbox"/>	Ondulada <input type="checkbox"/>		
		Quebrada <input type="checkbox"/>		

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Vegetación acuática presente	Ausente	<input type="checkbox"/>	Macroalgas	Ausente	<input type="checkbox"/>
	Escasa	<input type="checkbox"/>		Escasa	<input type="checkbox"/>
	Moderada	<input type="checkbox"/>		Moderada	<input type="checkbox"/>
	Abundante	<input type="checkbox"/>		Abundante	<input type="checkbox"/>
Macroinvertebrados	Ausente	<input type="checkbox"/>	Vegetación dominante de los alrededores	Árboles	<input type="checkbox"/>
	Escasa	<input type="checkbox"/>		Arbustos	<input type="checkbox"/>
	Moderada	<input type="checkbox"/>		Rastrojo	<input type="checkbox"/>
	Abundante	<input type="checkbox"/>		Pasto	<input type="checkbox"/>
Cobertura del dosel:		Parcialmente sombreado	<input type="checkbox"/>	Sombreado	<input type="checkbox"/>
Observaciones:.....					
.....					

ELABORADO POR: Las Tesistas

ANEXO 3: TABLAS, GRÁFICOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

ANEXO 3.1. Mediciones Digitales Insitu - Medio Ambiente

TABLA 3.1.1. Mediciones digitales medio ambiente – Sitio A

MEDICIONES DIGITALES IN – SITU				
MESES FACTORES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Temperatura Ambiente	23,96°C	21,7°C	22,8°C	22,6°C
Presión Atmosférica	861,5hga	862,6hga	864,5hga	863,2hga
Humedad Relativa	76,13%	79,6%	79,8%	83,87%
Intensidad Luminosa	1588	3266	6750	14800

ELABORADO POR: Las Tesistas

TABLA3.1.2. Mediciones digitales medio ambiente – Sitio B

MEDICIONES DIGITALES IN- SITU				
MESES FACTORES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Temperatura Ambiente	24,06°C	22,1°C	22,5°C	25,13°C
Presión Atmosférica	865,2 hga	864,0 hga	866,7 hga	865,8 hga
Humedad Relativa	75,13%	82,4%	78,3%	69,7%
Intensidad Luminosa	2963	11442	7377	7842

ELABORADO POR: Las Tesistas

TABLA 3.1.3. Mediciones digitales medio ambiente –Sitio C

MEDICIONES DIGITALES IN –SITU				
MESES FACTORES	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Temperatura Ambiente	24,4°C	20,6°C	22,8°C	22,2°C
Presión Atmosférica	864,9 hga	865,4 hga	867,9 hga	867,3 hga
Humedad Relativa	77,6%	79,2%	76,1%	78%
Intensidad Luminosa	2300	2734	6224	1350

ELABORADO POR: Las Tesistas

ANEXO 3.2. Resultados del monitoreo en el área de estudio de comunidades bentónicas

SITIO A – MES DE MARZO:

Identificados los grupos presentes de macroinvertebrados en este sitio durante el mes de marzo (tabla 3.2.1.: Resultados del primer monitoreo de comunidades bentónicas presentes en la sitio A) se determinó un total de 9 familias y 3 morfoespecies en este grupo, siendo la familia Hidropsychidae la que más figura, con el 41,18% (2 especies - 21 individuos) y la de menor representatividad con 1,96% (1 especie - 1 individuo c/u) las familias Psephenidae y Oligoneuridae (gráfico 3.2.1.).

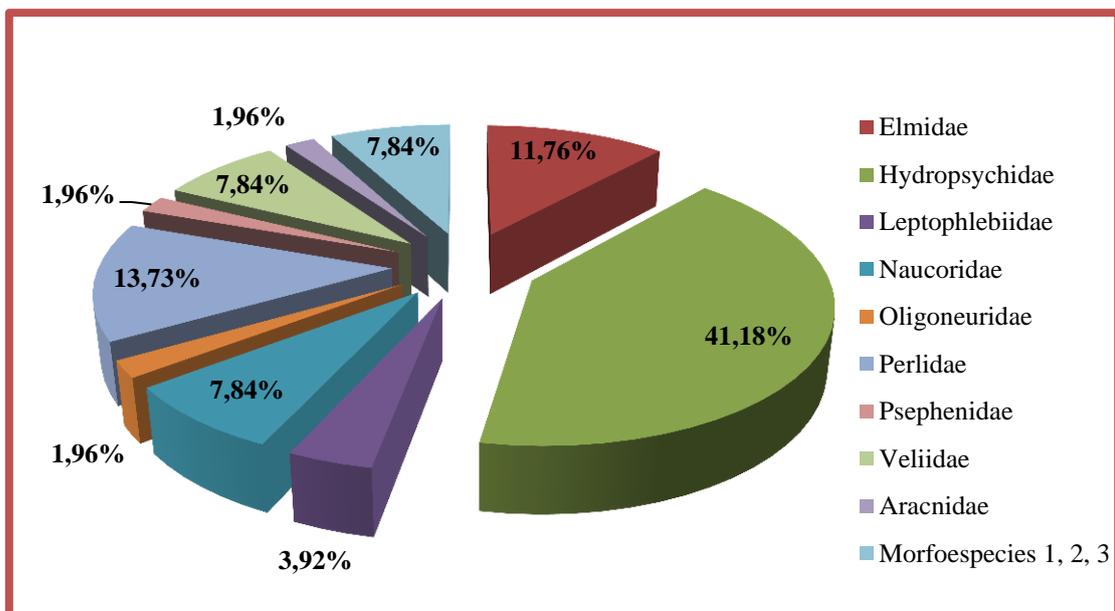


GRÁFICO 3.2.1. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de marzo
ELABORADO POR: Las Tesistas

TABLA 3.2.1. Resultados del primer mes de monitoreo (marzo) de comunidades bentónicas presentes en el sitio A

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR MUESTRA			ABUNDANCIA TOTAL	
					m1	m2	m3		
ARTHROPODA	Insecta	Trichoptera	Hidropsychidae	<i>Smicridea</i>	9	4	0	13	
				<i>Leptonema</i>	3	2	3	8	
		Plecóptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	3	3	1	7	
		Coleóptera	Elmidae	<i>Cylloepus</i>	4	2	0	6	
			Psephenidae	<i>Psephenops</i>	0	1	0	1	
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>	1	0	1	2	
			Oligoneuridae	<i>Lachlania</i>	0	1	0	1	
		Hemíptera	Naucoridae	<i>Ambrysus</i>	2	2	0	4	
			Veliidae	<i>Rhagovelia</i>	1	0	0	1	
				<i>Huseyella</i>	3	0	0	3	
	Arachnida	Aracneae	Aracnidae	<i>Genero sin confirmar</i>	0	1	0	1	
					<i>morfoespecie 1</i>	1	0	0	1
					<i>morfoespecie 2</i>	0	0	1	1
				<i>morfoespecie 3</i>	2	0	0	2	
TOTAL							51		

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Roldán, G., 1997

SITIO B– MES DE MARZO:

Identificados los grupos presentes de macroinvertebrados en este sitio durante el mes de marzo (ver tabla 3.2.2: Resultados del primer monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio B), se determinó un total de 8 familias y 2 morfoespecies en este grupo, siendo la familia Hidropsychidae la que más figura, con el 33,96 % (2 especies – 18 individuos) y la de menor representatividad con 1,89% (1 especie – 1 individuo c/u) las familia Elmidae y Perlidae (gráfico 3.2.2.).

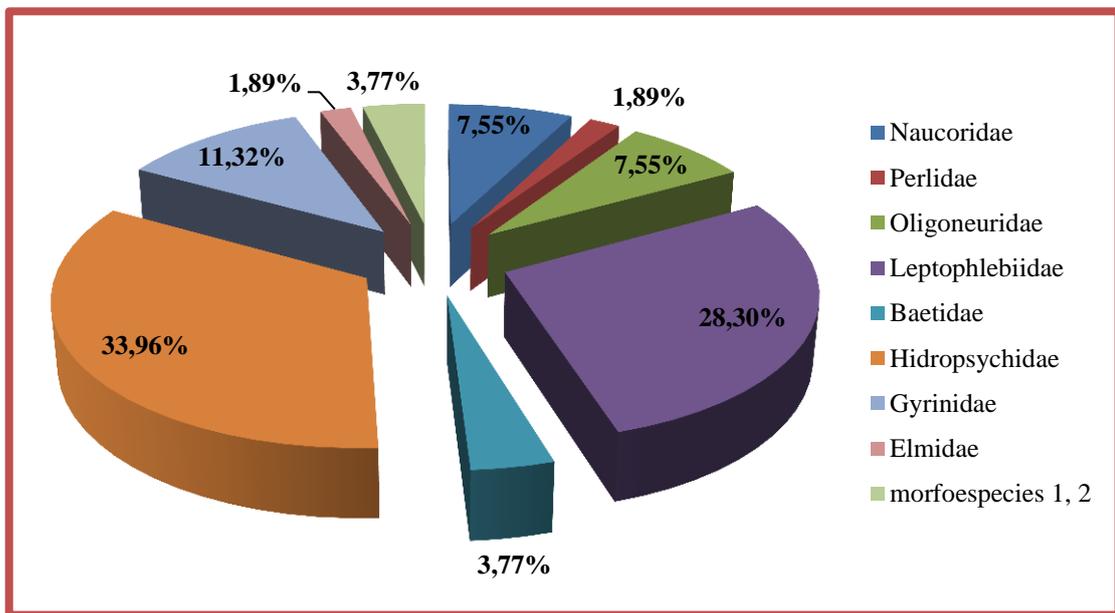


GRÁFICO 3.2.2. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de marzo
ELABORADO POR: Las Tesistas

TABLA 3.2.2. Resultados del primer mes (marzo) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio B

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR MUESTRA			ABUNDANCIA TOTAL
					m1	m2	m3	
ARTHROPODA	Insecta	Hemíptera	Naucoridae	<i>Ambrysus</i>	3	0	1	4
		Plecóptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	0	0	1	1
		Ephemeroptera	Oligoneuridae	<i>Lachlania</i>	0	2	2	4
			Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>	8	3	4	15
			Baetidae	<i>Moribaelis</i>	0	2	0	2
		Trichoptera	Hidropsychidae	<i>Leptonema</i>	1	4	2	7
				<i>Smicridea</i>	4	2	5	11
		Coleóptera	Gyrinidae	<i>Gyretes</i>	5	1	0	6
			Elmidae	<i>Cylloepus</i>	0	1	0	1
						<i>morfoespecie 1</i>	1	0
				<i>morfoespecie 2</i>	1	0	0	1
TOTAL							53	

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Roldán, G., 1997

SITIO C– MES DE MARZO:

Identificados los grupos presentes de macroinvertebrados en este sitio durante el mes de marzo (ver tabla 3.2.3.: *Resultados del primer monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio C*) se determinó un total de 7 familias y 2 morfoespecies en este grupo, siendo las familias Hidropsychidae y Veliidae las que más figuran, con el 22,22 % (2 especies – 6 individuos c/u) y la de menor representatividad con un 3,70% (1 especie – 1 individuo c/u) las familias Gyrinidae y Polycentropodidae (gráfico 3.2.3.).

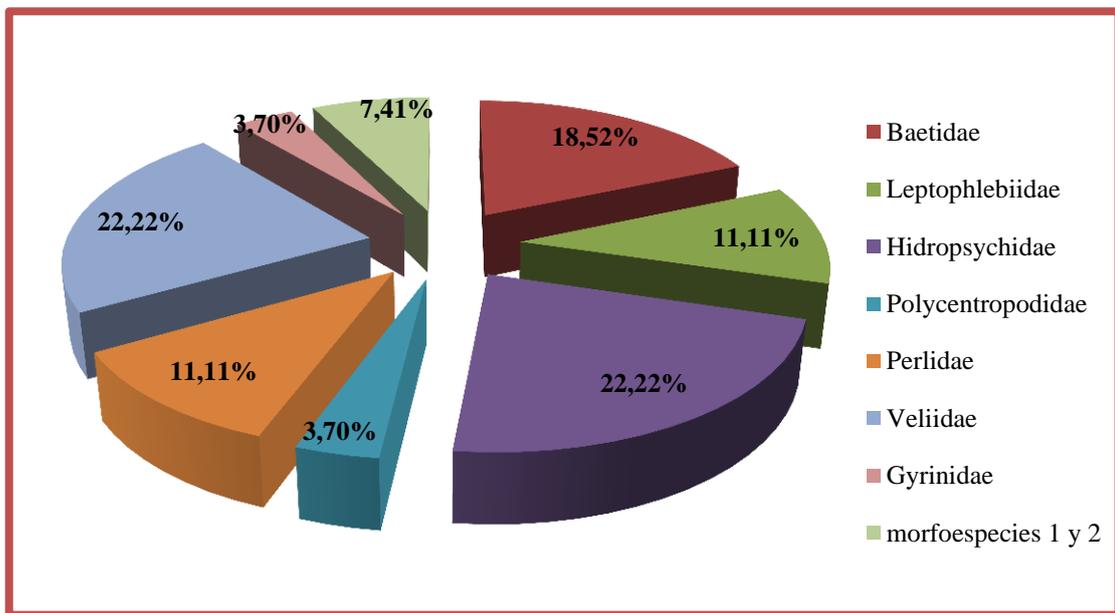


GRÁFICO 3.2.3. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de marzo
ELABORADO POR: Las Tesistas

TABLA 3.2.3. Resultados del primer mes (marzo) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio C.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR MUESTRA			ABUNDANCIA TOTAL
					m1	m2	m3	
ARTHROPODA	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Moribaetis</i>	1	1	1	3
				<i>Baetodes</i>	0	1	0	1
				<i>Callibaetis</i>	0	1	0	1
			Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>	2	0	1	3
		Trichoptera	Hidropsychidae	<i>Smicridea</i>	0	2	3	5
				<i>Leptonema</i>	0	1	0	1
			Polycentropodidae	<i>Polyplectropus</i>	0	1	0	1
		Plecóptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	0	3	0	3
		Hemíptera	Veliidae	<i>Microvelia</i>	4	0	0	4
				<i>Rhagovelia</i>	2	0	0	2
		Coleóptera	Gyrinidae	<i>Gyretes (adulto)</i>	1	0	0	1
				<i>morfoespecie 1</i>	1	0	0	1
				<i>morfoespecie 2</i>	0	0	1	1
TOTAL							27	

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Roldán, G., 1997

SITIO A – MES DE ABRIL:

En el mes de abril (ver tabla 3.2.4.: Resultados del segundo monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio A) se observó 9 familias y 2 morfoespecies de macroinvertebrados, presentando la Hidropsychidae con el 41,18% (2 especies – 12 individuos) el mayor porcentaje y la de menor porcentaje con el 2,22% (1 especie – 1 individuo c/u) las familias Gyrinidae, Veliidae, Baetidae y Hidroptilidae (ver gráfico 3.2.4.), además, una familia de pez (Astroblepidae) con la especie Astroblepus (2 individuos).

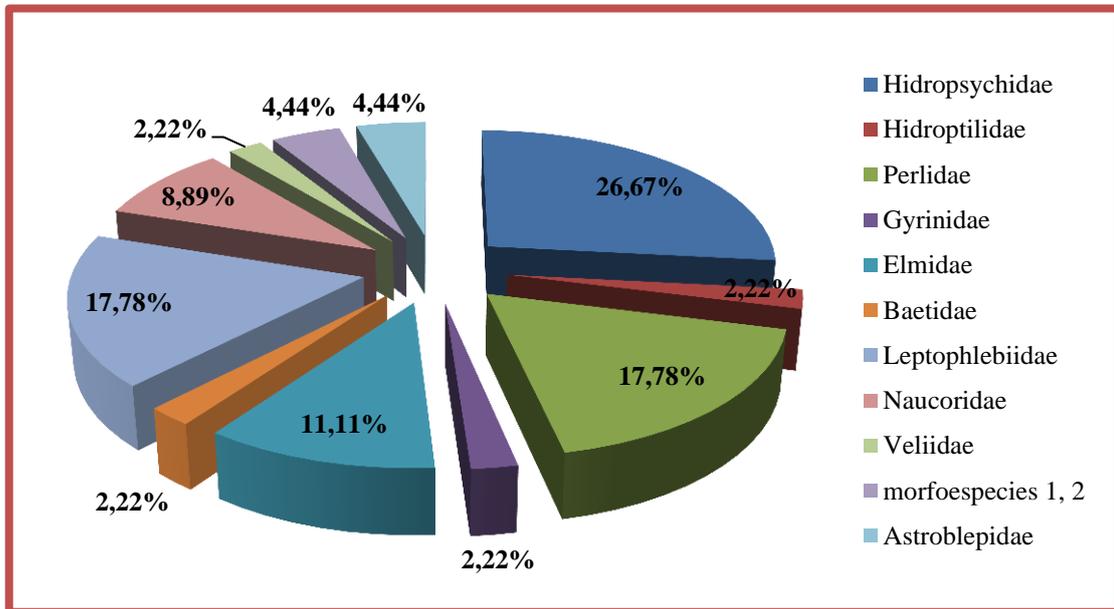


GRÁFICO 3.2.4. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de abril
ELABORADO POR: Las Tesistas

TABLA 3.2.4. Resultados del segundo mes (abril) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio A.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR MUESTRA			ABUNDANCIA TOTAL		
					m1	m2	m3			
ARTHROPODA	Insecta	Trichoptera	Hidropsychidae	<i>Smicridea</i>	0	0	1	1		
				<i>Leptonema</i>	9	1	1	11		
			Hidroptilidae	<i>Ochrotrichia</i>	0	1	0	1		
		Plecóptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	1	4	3	8		
				Gyrinidae	<i>Gyretes (adulto)</i>	0	0	1	1	
		Coleóptera	Elmidae	<i>Heterelmis</i>	0	0	1	1		
				<i>Cylloepus</i>	3	1	0	4		
		Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i>	1	0	0	1		
			Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>	2	5	1	8		
		Hemíptera	Naucoridae	<i>Ambrysus</i>	1	1	2	4		
				Veliidae	<i>Rhagovelia</i>	0	1	0	1	
						<i>morfoespecie 1</i>	0	1	0	1
						<i>morfoespecie 2</i>	0	0	1	1
TOTAL							43			

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Roldán, G., 1997

SITIO B – MES DE ABRIL:

En este mes (ver tabla 3.2.5: Resultados del segundo monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio B) se observó 8 familias y 8 morfoespecies de macroinvertebrados, presentando la Hidropsychidae el mayor porcentaje con 2 especies y 47 individuos (ver gráfico 3.2.5); además, una familia de pez (Astroblepidae) con la especie *Astroblepus* (2 individuos).

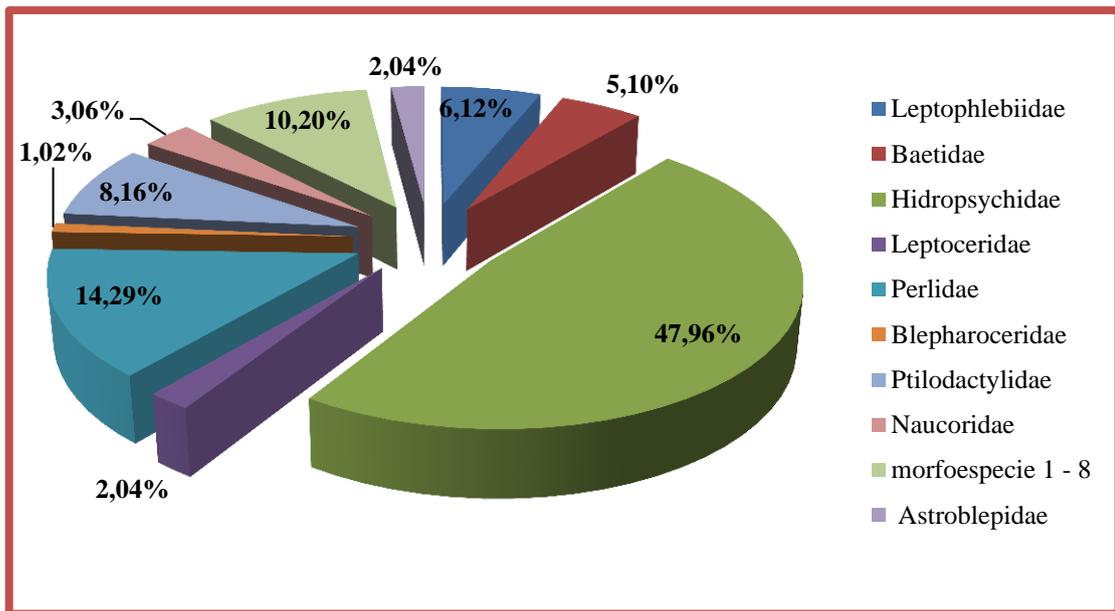


GRÁFICO 3.2.5. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de abril
ELABORADO POR: Las Tesisas

TABLA 3.2.5. Resultados del segundo mes (abril) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio B.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR MUESTRA			ABUNDANCIA TOTAL	
					m1	m2	m3		
ARTHROPODA	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>	3	1	2	6	
			Baetidae	<i>Baetodes</i>	0	5	0	5	
		Trichoptera	Hidropsychidae	<i>Smicridea</i>	19	2	7	28	
				<i>Leptonema</i>	4	1	14	19	
			Leptoceridae	<i>Triplectides</i>	0	1	0	1	
				<i>Atanatica</i>	0	1	0	1	
		Plecóptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	1	6	7	14	
		Díptera	Blepharoceridae	<i>Limonicola</i>	0	1	0	1	
		Coleóptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	3	5	0	8	
		Hemíptera	Naucoridae	<i>Ambrysus</i>	0	0	3	3	
					<i>morfoespecie 1</i>	0	1	0	1
					<i>morfoespecie 2</i>	0	1	0	1
					<i>morfoespecie 3</i>	0	1	0	1
					<i>morfoespecie 4</i>	0	1	0	1
					<i>morfoespecie 5</i>	0	1	0	1
			<i>morfoespecie 6</i>	0	1	0	1		
			<i>morfoespecie 7</i>	1	0	0	1		
			<i>morfoespecie 8</i>	0	3	0	3		
TOTAL							96		

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Roldán, G., 1997

SITIO C – MES DE ABRIL:

En cuanto al mes de abril macroinvertebrados (ver tabla 3.2.6.: Resultados del segundo monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio C) se presentó 6 familias y 7 morfoespecies de macroinvertebrados, siendo la más representativa la familia Hidropsychidae con el 32,69% (2 especies – 17 individuos) y de menor porcentaje la Baetidae (2 especies – 1 individuo c/u, gráfico 3.2.6.); además, una familia de pez (Astroblepidae) con la especie *Astroblepus* (2 individuos).

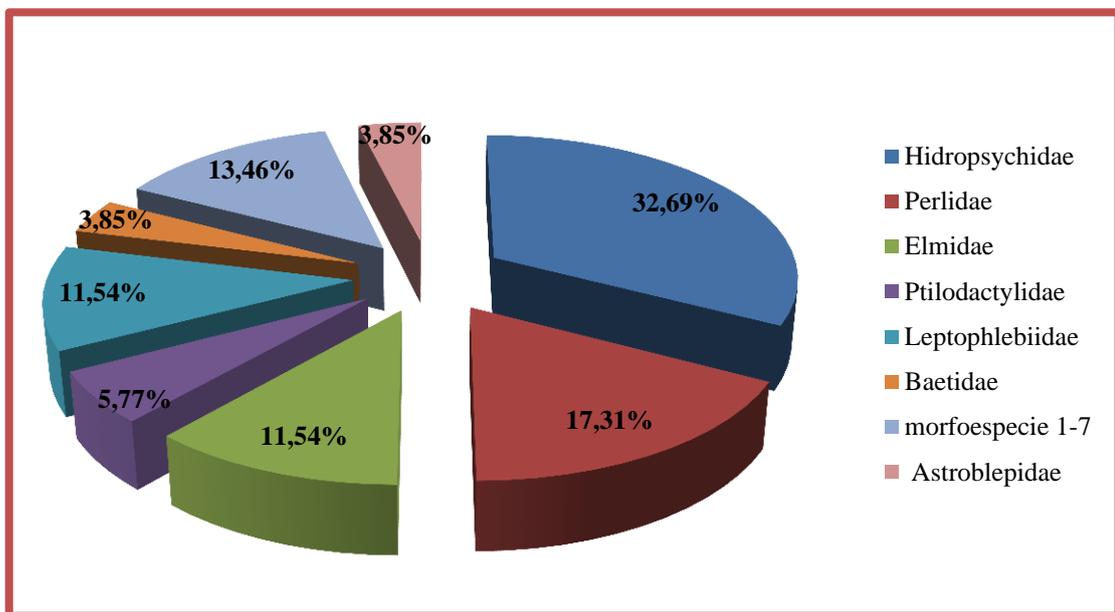


GRÁFICO 3.2.6. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de abril
ELABORADO POR: Las Tesisas

TABLA 3.2.6. Resultados del segundo mes (abril) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio C.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR MUESTRA			ABUNDANCIA TOTAL		
					m1	m2	m3			
ARTHROPODA	Insecta	Trichoptera	Hidropsychidae	<i>Smicridea</i>	5	2	1	8		
				<i>Leptonema</i>	3	2	4	9		
		Plecóptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	4	5	0	9		
				<i>Pseudodisersus(larva)</i>	0	0	1	1		
		Coleóptera	Elmidae	<i>Heterelmis</i>	1	0	0	1		
				<i>Cylloepus</i>	2	2	0	4		
				<i>Anchytarsus</i>	3	0	0	3		
		Ephemeroptera	Baetidae	<i>Thraulodes</i>	3	1	2	6		
				<i>Baetodes</i>	0	0	1	1		
				<i>Moribaetis</i>	0	0	1	1		
				<i>morfoespecie 1</i>	0	1	0	1		
				<i>morfoespecie 2</i>	0	1	0	1		
						<i>morfoespecie 3</i>	0	1	0	1
						<i>morfoespecie 4</i>	0	1	0	1
				<i>morfoespecie 5</i>	0	0	1	1		
				<i>morfoespecie 6</i>	0	0	1	1		
				<i>morfoespecie 7</i>	0	0	1	1		
TOTAL							50			

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Roldán, G., 1997

SITIO A – MES DE MAYO:

En mayo (ver tabla 3.2.7.: Resultados del tercer monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio A) se evidenció un total de 10 familias y 2 morfoespecies de macroinvertebrados, sobresaliendo la familia Hidropsychidae con el 28,93% (2 especies – 35 individuos), y con menor representatividad el 0,83% (1 especie – 1 individuo) las familia Tipulidae (gráfico 3.2.7.); además, una familia de pez (Astroblepidae) con la especie *Astroblepus* (1 individuos).

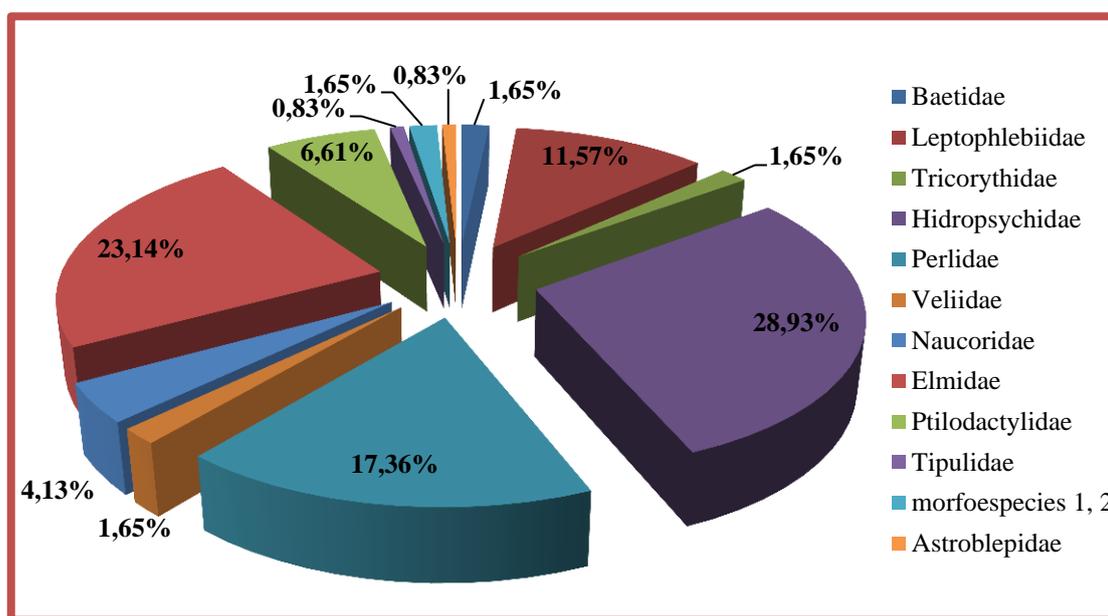


GRÁFICO 3.2.7. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de mayo
ELABORADO POR: Las Tesistas

TABLA 3.2.7. Resultados del tercer mes (mayo) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio A

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR MUESTRA			ABUNDANCIA TOTAL		
					m1	m2	m3			
ARTHROPODA	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Moribaetis</i>	1	0	0	1		
				<i>Dactylobaetis</i>	1	0	0	1		
			Leptophlebiidae	<i>Terpides</i>	1	0	0	1		
				<i>Thraulodes</i>	7	4	2	13		
		Tricorythidae	<i>Leptohyphes</i>	0	0	2	2			
		Trichoptera	Hidropsychidae	<i>Smicridea</i>	10	5	4	19		
				<i>Leptonema</i>	8	3	5	16		
		Plecóptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	7	8	6	21		
		Hemíptera	Veliidae	<i>Microvelia</i>	0	1	0	1		
				<i>Huseyella</i>	0	1	0	1		
			Naucoridae	<i>Ambrysus</i>	2	2	1	5		
		Coleóptera	Elmidae	<i>Stenelmis</i>	0	0	1	1		
				<i>Cylloepus</i>	13	9	5	27		
			Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	2	4	2	8		
		Díptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	0	0	1	1		
						<i>morfoespecie 1</i>	1	0	0	1
						<i>morfoespecie 2</i>	1	0	0	1
TOTAL							120			

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Roldán, G., 1997

SITIO B – MES DE MAYO:

Se evidenció (ver tabla 3.2.8: Resultados del tercer monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio B) un total de 12 familias y seis morfoespecies de macroinvertebrados, sobresaliendo la familia Hidropsychidae con el 40,98% (2 especies – 50 individuos), y con la menor representatividad del 0,82% (1 especie – 1 individuo c/u) las familias Oligoneuridae, Tricorythidae, Tipulidae (gráfico 3.2.8.); además, una familia de pez (Astroblepidae) con la especie *Astroblepus* (1 individuos).

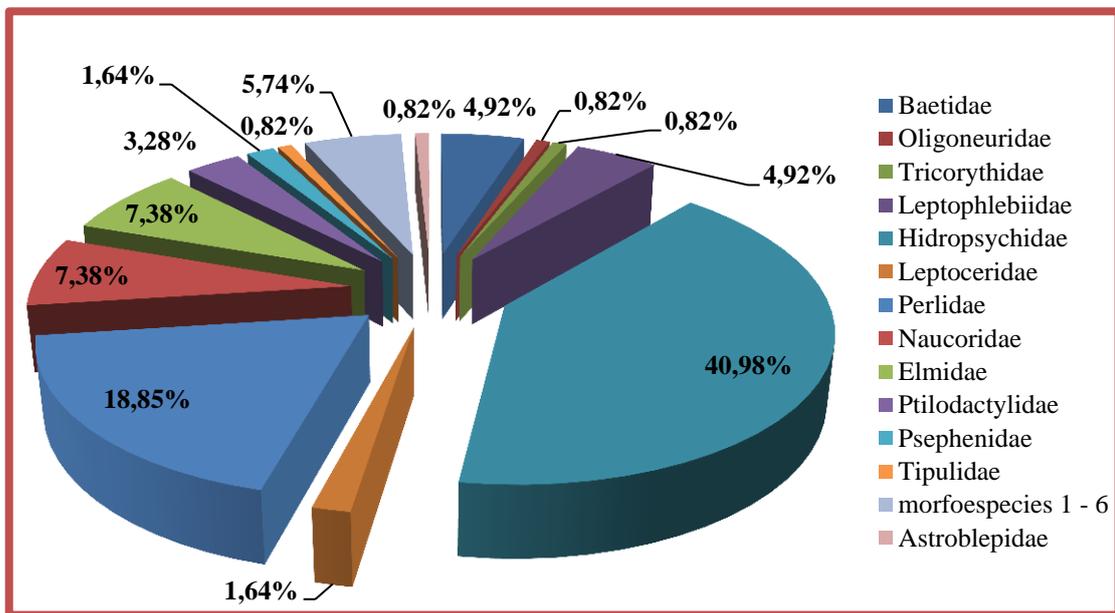


GRÁFICO 3.2.8. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de mayo
ELABORADO POR: Las Tesistas

TABLA 3.2.8. Resultados del tercer mes (mayo) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio B.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR MUESTRA			ABUNDANCIA TOTAL
					m1	m2	m3	
ARTHROPODA	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i>	3	1	1	5
				<i>Dactylobaetis</i>	1	0	0	1
			Oligoneuridae	<i>Lachlania</i>	0	1	0	1
			Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i>	0	1	0	1
		Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>	1	3	2	6	
		Trichoptera	Hidropsychidae	<i>Smicridea</i>	7	18	3	28
				<i>Leptonema</i>	9	13	0	22
		Leptoceridae	<i>Triplectides</i>	2	0	0	2	
		Plecóptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	7	15	1	23
		Hemíptera	Naucoridae	<i>Ambrysus</i>	1	7	1	9
		Coleóptera	Elmidae	<i>Cylloepus</i>	2	4	3	9
			Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	2	1	1	4
			Psephenidae	<i>Psephenops</i>	1	1	0	2
		Díptera	Tipulidae	<i>Molophilus</i>	0	0	1	1
					<i>morfoespecie 1</i>	0	0	1
			<i>morfoespecie 2</i>	0	0	1	1	
			<i>morfoespecie 3</i>	0	2	0	2	
			<i>morfoespecie 4</i>	0	1	0	1	
			<i>morfoespecie 5</i>	1	0	0	1	
			<i>morfoespecie 6</i>	1	0	0	1	
TOTAL							121	

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Roldán, G., 1997

SITIO C– MES DE MAYO:

En mayo (ver tabla 3.2.9.: Resultados del tercer monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio C) se evidenció un total de 12 familias y 3 morfoespecies de macroinvertebrados, sobresaliendo la familia Leptophlebiidae con el 20,43% (2 especies – 19 individuos), y con la menor representatividad del 1,08% (1 especie – 1 individuo c/u) las familias Psephenidae, Staphylinidae y Aracnidae (gráfico 3.2.9.).

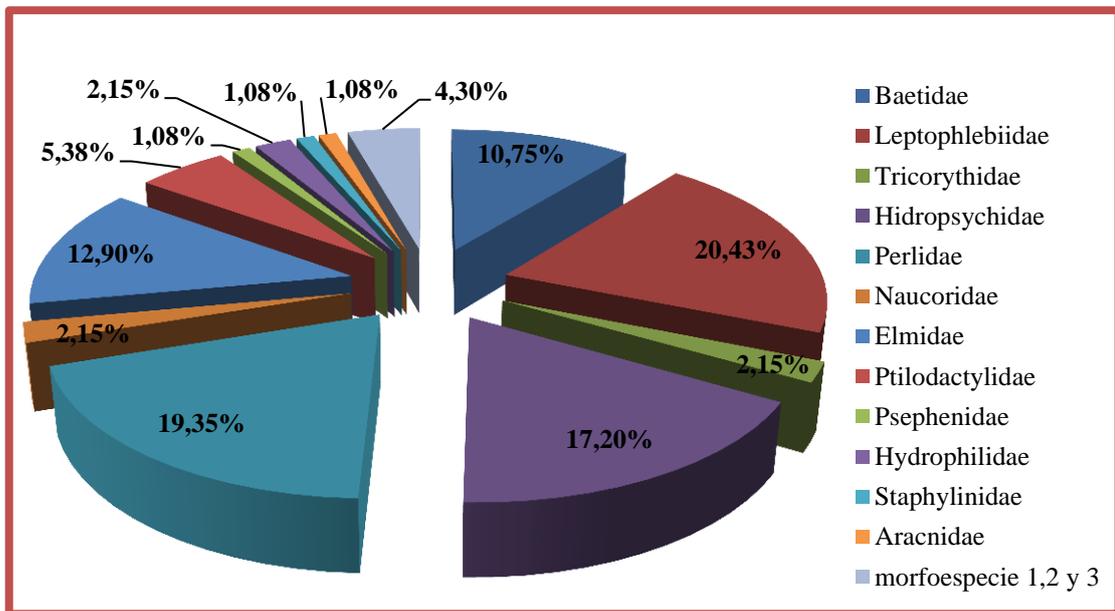


GRÁFICO 3.2.9. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de mayo
ELABORADO POR: Las Tesistas

TABLA 3.2.9. Resultados del tercer mes (mayo) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio C.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR MUESTRA			ABUNDANCIA TOTAL	
					m1	m2	m3		
ARTHROPODA	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetodes</i>	2	3	3	8	
				<i>Dactylobaetis</i>	1	0	1	2	
			Leptophlebiidae	<i>Terpides</i>	1	1	1	3	
				<i>Thraulodes</i>	8	5	3	16	
			Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i>	1	0	0	1	
				<i>Leptohyphes</i>	0	1	0	1	
		Trichoptera	Hidropsychidae	<i>Smicridea</i>	4	3	2	9	
				<i>Leptonema</i>	7	0	0	7	
		Plecóptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	4	7	7	18	
		Hemíptera	Naucoridae	<i>Ambrysus</i>	0	1	1	2	
		Coleóptera	Elmidae	<i>Cylloepus</i>	1	5	6	12	
			Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	2	3	0	5	
			Psephenidae	<i>Psephenops</i>	1	0	0	1	
			Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i>	0	2	0	2	
			Staphylinidae	<i>Genero sin confirmar</i>	1	0	0	1	
		Arachnida	Aracneae	Aracnidae	<i>Genero sin confirmar</i>	0	1	0	1
					<i>morfoespecie 1</i>	0	1	1	2
					<i>morfoespecie 2</i>	1	0	0	1
					<i>morfoespecie 3</i>	0	1	0	1
	TOTAL							93	

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Roldán, G., 1997

SITIO A – MES DE JUNIO:

Este mes (ver tabla 3.2.10: Resultados del cuarto monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio A) se constató 11 familias y 3 morfoespecies de macroinvertebrados. De las cuales la familia Hidropsychidae con un 45,19% (2 especies – 61 individuos) es la más representativa (gráfico 3.2.10.); además, una familia de pez (Astroblepidae) con la especie *Astroblepus* (2 individuos).

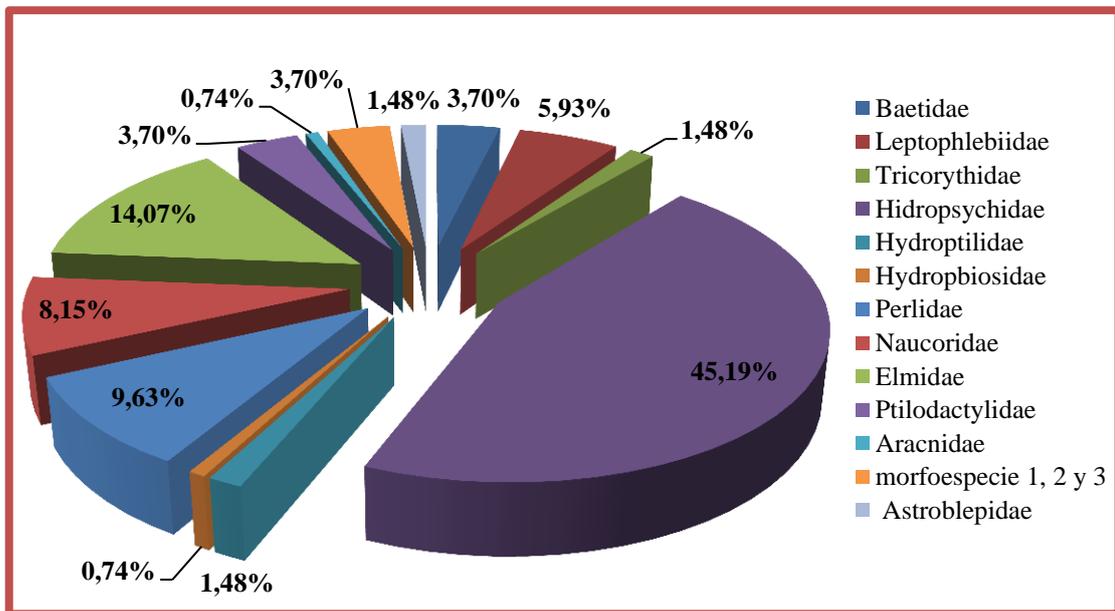


GRÁFICO 3.2.10. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de junio
ELABORADO POR: Las Tesistas

TABLA 3.2.10. Resultados del cuarto mes (junio) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio A.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR MUESTRA			ABUNDANCIA TOTAL
					m1	m2	m3	
ARTHROPODA	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	<i>Moribaetis</i>	1	3	0	4
				<i>Dactylobaetis</i>	0	1	0	1
			Leptophlebiidae	<i>Terpides</i>	0	1	1	2
				<i>Thraulodes</i>	1	5	0	6
			Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i>	1	0	1	2
		Trichoptera	Hidropsychidae	<i>Smicridea</i>	8	2	7	17
				<i>Leptonema</i>	15	9	20	44
			Hydroptilidae	<i>Ochrotrichia</i>	1	1	0	2
		Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	1	0	0	1	
		Plecóptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	8	3	2	13
		Hemíptera	Naucoridae	<i>Ambrysus</i>	3	1	7	11
		Coleóptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i>	1	1	0	2
				<i>Cylloepus</i>	3	12	2	17
			Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	3	1	1	5
		Arachnida	Aracneae	Aracnidae	<i>Genero sin confirmar</i>	0	0	1
					<i>morfoespecie 1</i>	3	0	0
				<i>morfoespecie 2</i>	1	0	0	1
				<i>morfoespecie 3</i>	0	0	1	1
TOTAL							133	

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Roldán, G., 1997

SITIO B – MES DE JUNIO:

En este mes (ver tabla 3.2.11: Resultados del cuarto monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio B) se constató 12 familias y 4 morfoespecies de macroinvertebrados. De las cuales la familia Hidropsychidae con un 34,31% (2 especies – 35 individuos) es la más representativa y con el menor porcentaje Hidropbiosidae, Glossosomatidae, Ptilodactylidae, Saldidae, Polythoridae (gráfico 3.2.11.); además, una familia de pez (Astroblepidae) con la especie *Astroblepus* (1 individuos).

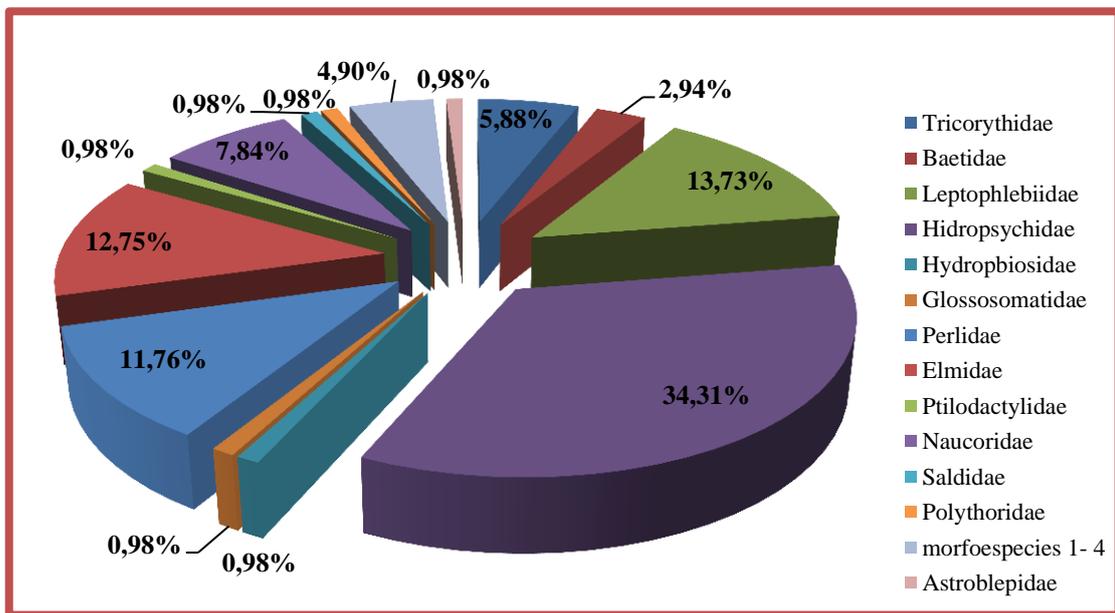


GRÁFICO 3.2.11. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de junio
ELABORADO POR: Las Tesistas

TABLA 3.2.11. Resultados del cuarto mes (junio) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio B.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXÓN	ABUNDANCIA POR MUESTRA			ABUNDANCIA TOTAL		
					m1	m2	m3			
ARTHROPODA	Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i>	0	2	0	2		
				<i>Leptohyphes</i>	4	0	0	4		
			Baetidae	<i>Moribaetis</i>	0	1	1	2		
				<i>Baetodes</i>	0	0	1	1		
			Leptophlebiidae	<i>Terpides</i>	0	1	1	2		
				<i>Thraulodes</i>	3	5	4	12		
		Trychoptera	Hidropsychidae	<i>Smicridea</i>	7	6	1	14		
				<i>Leptonema</i>	11	3	7	21		
			Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	0	1	0	1		
		Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i>	0	0	1	1			
			Plecóptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	2	8	2	12	
		Coleóptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i>	3	0	1	4		
				<i>Cyloepus</i>	5	1	1	7		
				<i>Heterelmis</i>	0	2	0	2		
			Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	0	1	0	1		
		Hemíptera	Naucoridae	<i>Ambrysus</i>	6	1	1	8		
		Odonata	Saldidae	<i>Micracanthia humilis</i>	0	0	1	1		
			Polythoridae	<i>Polythore</i>	0	1	0	1		
						<i>morfoespecie 1</i>	0	2	0	2
						<i>morfoespecie 2</i>	0	1	0	1
				<i>morfoespecie 3</i>	0	1	0	1		
				<i>morfoespecie 4</i>	0	1	0	1		
TOTAL							101			

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Roldán, G., 1997

SITIO C– MES DE JUNIO:

Finalmente en este mes (ver tabla 3.2.12.: Resultados del cuarto monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio C) se constató 12 familias y 8 morfoespecies de macroinvertebrados. De las cuales la familia Elmidae con un 28% (3 especies – 28 individuos) es la más representativa y con el menor porcentaje Baetidae, Hydroptilidae, Herbridae, Hydrophilidae, Staphylinidae y Psephenidae (gráfico 3.2.12.).

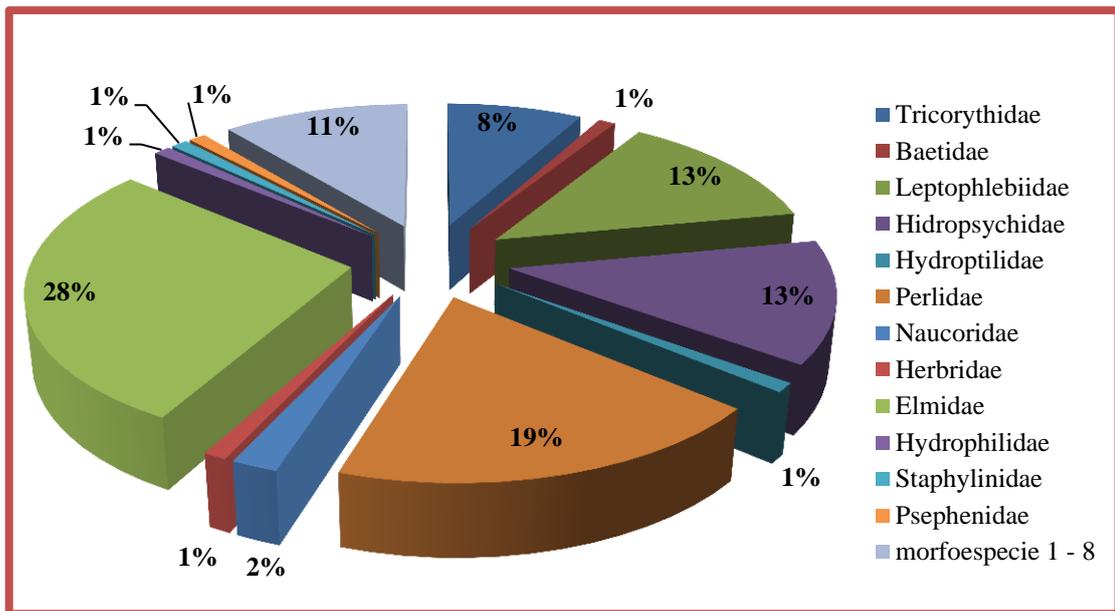


GRÁFICO 3.2.12. Porcentaje de abundancia de individuos bentónicos presentes en la muestra del mes de junio
ELABORADO POR: Las Tesistas

TABLA 3.2.12. Resultados del cuarto mes (junio) de monitoreo de comunidades bentónicas presentes en el sitio C.

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR MUESTRA			ABUNDANCIA TOTAL	
					m1	m2	m3		
ARTHROPODA	Insecta	Ephemeroptera	Tricorythidae	<i>Tricorythodes</i>	0	2	0	2	
				<i>Leptohyphes</i>	1	2	3	6	
			Baetidae	<i>Baetodes</i>	0	0	1	1	
			Leptophlebiidae	<i>Thraulodes</i>	4	1	8	13	
		Trychoptera	Hidropsychidae	<i>Smicridea</i>	3	2	1	6	
				<i>Leptonema</i>	4	0	3	7	
			Hydroptilidae	<i>Ochrotrichia</i>	1	0	0	1	
		Plecóptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	11	3	5	19	
		Hemíptera	Naucoridae	<i>Ambrysus</i>	1	1	0	2	
			Herbridae	<i>Herbrus major</i>	1	0	0	1	
		Coleóptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i>	0	1	1	2	
				<i>Cylloepus</i>	7	7	11	25	
				<i>Heterelmis</i>	0	0	1	1	
			Hydrophilidae	<i>Tropisternus</i>	1	0	0	1	
			Staphylinidae	<i>Genero sin confirmar</i>	0	0	1	1	
			Psephenidae	<i>Psephenops</i>	1	0	0	1	
					<i>morfoespecie 1</i>	1	0	0	1
					<i>morfoespecie 2</i>	1	0	0	1
					<i>morfoespecie 3</i>	1	0	0	1
					<i>morfoespecie 4</i>	0	1	3	4
			<i>morfoespecie 5</i>	0	0	1	1		
			<i>morfoespecie 6</i>	0	0	1	1		
			<i>morfoespecie 7</i>	0	0	1	1		
			<i>morfoespecie 8</i>	0	0	1	1		
TOTAL							100		

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Roldán, G., 1997

De todo lo presentado anteriormente se deduce que:

- La familia Hidropsychidae es el máximo representante al obtener el mayor porcentaje durante los 4 meses de monitoreo en los sitios A y B y en el C esta reincide en los meses de marzo acompañada con Veliidae y finalmente en abril, mientras que en el mes de mayo sobresale Leptophlebiidae y en junio Elmidae.
- Se visualizó un mayor número de familias, especies e individuos en los meses de menor humedad (mayo - junio) en todas los sitios.
- La presencia de la familia Astroblepidae (*Astroblepus*) es típica del lugar pero no fue conste ni abundante en los monitoreos; no aparece en el mes de marzo en ninguna sitio y mayo y junio en el sitio C, esto puede deberse a que las características ecológicas de este pez, el cual es nocturno y en el día se oculta en cuevas, debajo de piedras, troncos y la vegetación ribereña (Dahl 1971 en Román-Valencia, 2001), por lo que se concluye fue una coincidencia capturar individuos en los monitoreos realizados en el día; además la presencia de este pez indica un buen estado y equilibrio del ecosistema porque solo se lo encuentra en aguas claras, con gran concentración oxígeno disuelto y temperatura de entre 18,19 y 25° C (Román-Valencia, 2001) características del que se reflejan en los resultados del lugar de estudio.

ANEXO 3.3. Resultados del monitoreo en el área de estudio de comunidades fitoplanctónicas

SITIO A – MES MARZO:

Se obtuvo lo siguiente: (ver tabla 3.3.1.: Resultados del primer monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio A) 5 Phylum, 8 clases, 17 ordenes, 23 familias, 29 especies y 4 morfoespecies fitoplanctónicas, siendo la más representativa la *Fragilaria* con un 37,40% (319 individuos) y menos representativas las especies *Plectonema*, *Coleochaete*, *Volvox*, *Oedogonium*, *Tetraedron* y las 4 morfoespecies con el 0,12% (1 individuo c/u, gráfico3.3.1.).

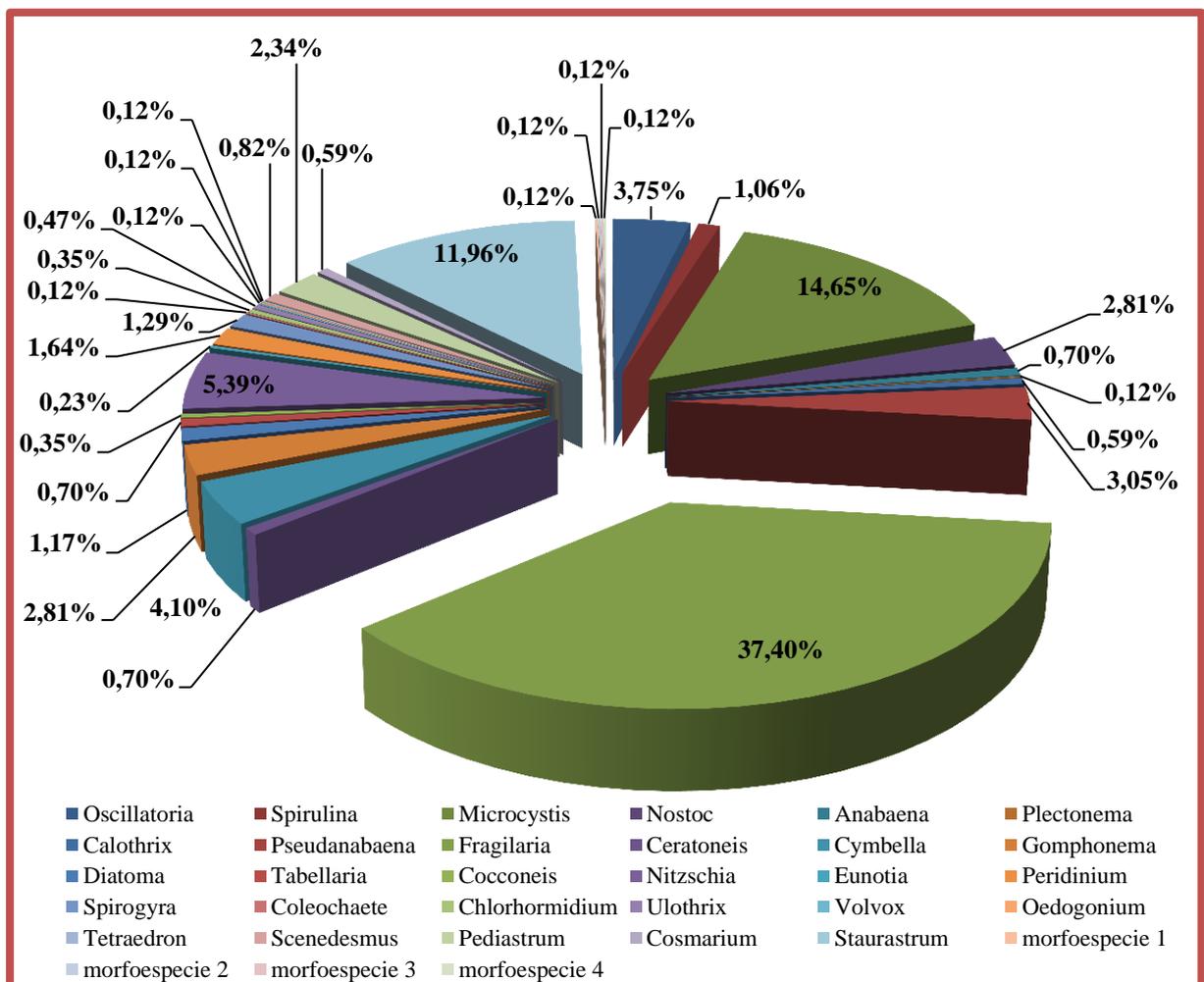


GRÁFICO 3.3.1. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de marzo

ELABORADO POR: Las Tesistas

Además que se encontró: 3 Phylum, 3 clases, 3 ordenes, 3 familias y 3 especies zooplanctónicas *Diffugia*, *Arcella* y *Actinophrys* (ver tabla 3.3.2.: Comunidades zooplanctónicas presentes en el sitio A), siendo la más representativa la especie *Diffugia* con el 88,68% (47 individuos) y menos representativa la familia *Actinophrys* con el 3,77% (2 individuos, gráfico 3.3.2.).

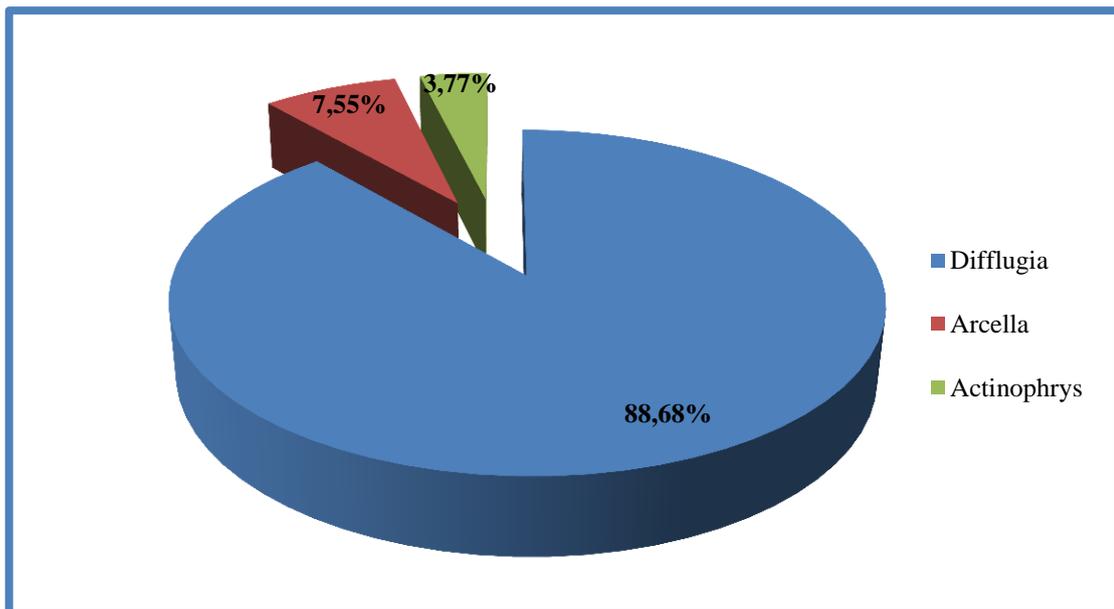


GRÁFICO 3.3.2. Porcentaje de abundancia de individuos zooplanctónicos presentes en la muestra del mes de marzo
ELABORADO POR: Las Tesis

TABLA 3.3.1. Resultados del primer mes de (marzo) monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio A

FITOPLANCTON									
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1ml	1ml	1ml	1ml	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Oscillatoriales	Oscillatoraceae	<i>Oscillatoria</i>	2	11	9	10	32
			Phormidiaceae	<i>Spirulina</i>	1	0	6	2	9
		Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis</i>	25	37	30	33	125
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Nostoc</i>	5	4	8	7	24
				<i>Anabaena</i>	0	4	0	2	6
			Scytonemaceae	<i>Plectonema</i>	0	1	0	0	1
		Rivulariaceae	<i>Calothrix</i>	0	2	1	2	5	
Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena</i>	9	8	4	5	26		
Bacillariophyta o Heterokontophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>	20	177	60	62	319
				<i>Ceratoneis</i>	0	1	3	2	6
	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>	4	22	1	8	35
			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	1	18	2	3	24
	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Diatoma</i>	0	4	2	4	10
	Bacillariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria</i>	2	3	1	0	6
		Achnanthes	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i>	0	1	0	2	3
Bacillariales		Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	0	31	0	15	46	
Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	1	0	0	1	2		
Dinophyta	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniacea	<i>Peridinium</i>	2	2	4	6	14
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i>	0	5	3	3	11
				<i>Cosmarium</i>	0	2	0	3	5
				<i>Staurastrum</i>	15	52	11	24	102
Charophyceae	Coleochaetales	Coleochaetaceae	<i>Coleochaete</i>	0	0	1	0	1	
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Chlorhormidium</i>	0	2	0	1	3
				<i>Ulothrix</i>	0	0	3	1	4

Continua

Concluye

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1ml	1ml	1ml	1ml	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Volvocales	Volvocaceae	<i>Volvox</i>	0	0	0	1	1
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i>	0	0	1	0	1
		Chlorococcales	Oocystaceae	<i>Tetraedron</i>	0	0	0	1	1
			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i>	4	2	0	1	7
			Hidrodictyceae	<i>Pediastrum</i>	2	7	2	9	20
				<i>morfoespecie 1</i>	0	1	0	0	1
				<i>morfoespecie 2</i>	0	1	0	0	1
		<i>morfoespecie 3</i>	0	0	1	0	1		
		<i>morfoespecie 4</i>	0	0	0	1	1		
TOTAL								853	

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Heinz, S. y Dieter K., 1987

TABLA 3.3.2. Comunidades zooplanctónicas presentes en el sitio A.

ZOOPLANCTON									
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1ml	1ml	1ml	1ml	
Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Diffugiidae	<i>Diffugia</i>	6	21	3	17	47
Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i>	1	0	2	1	4
Heterokontophyta	Actinochrysophyceae	Actinophryda	Actinophrydae	<i>Actinophrys</i>	2	0	0	0	2
TOTAL								53	

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Heinz, S. y Dieter K., 1987

SITIO B – MES DE MARZO:

Se obtuvo: (ver tabla 3.3.3.: Resultados del primer monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio B) la presencia de un total de 4 Phylum, 5 clases, 14 ordenes, 20 familias, 22 especies fitoplanctónicas, siendo la más representativa la *Fragilaria* con un 46,09 % (277 individuos) y menos representativas las especies *Tabellaria*, *Chroococcus*, *Achnanthes*, *Anabaena* y *Scenedesmus* con el 0,17% (1 individuo c/u, gráfico 3.3.3).

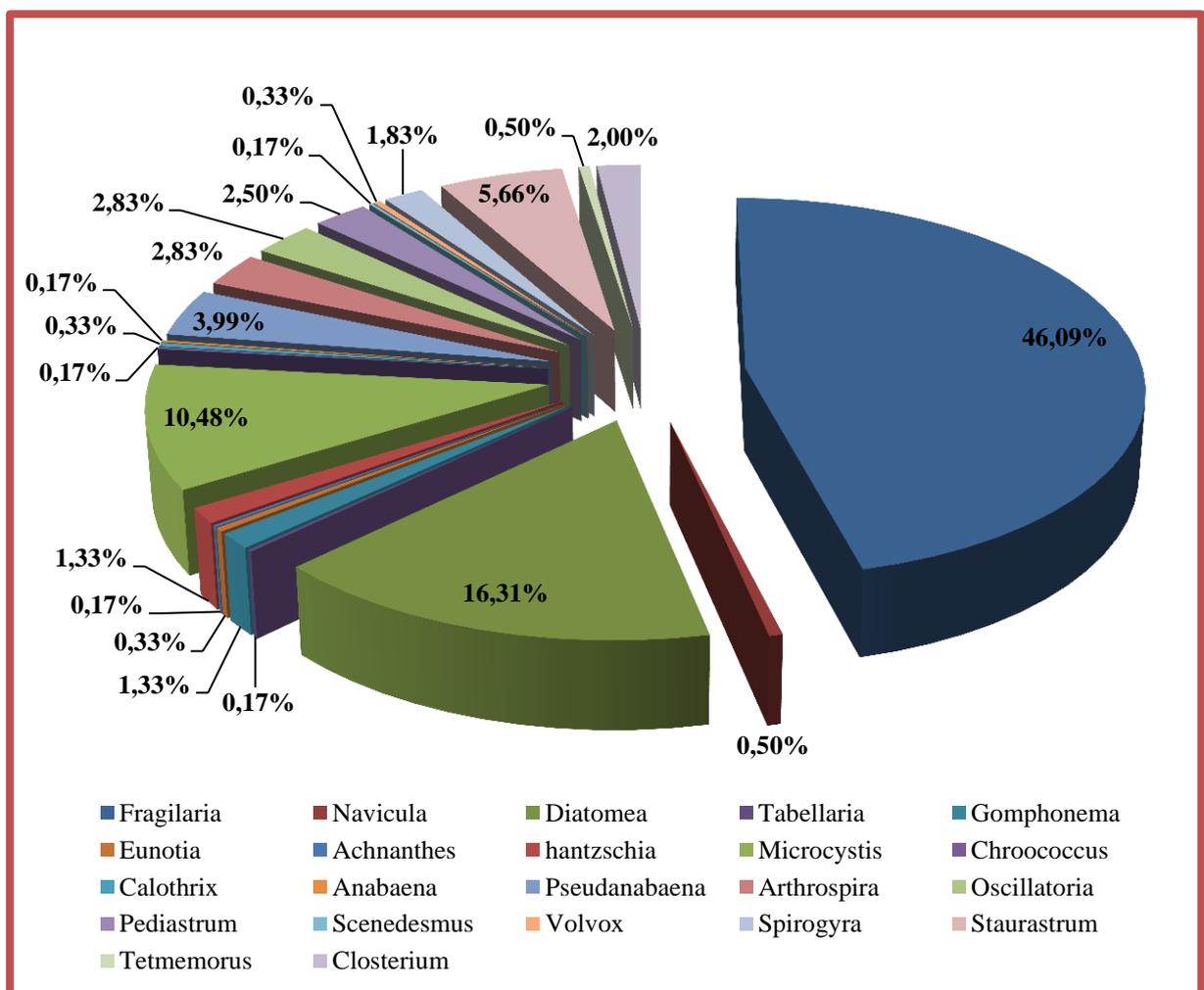


GRÁFICO 3.3.3. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de marzo
ELABORADO POR: Las Tesisas

TABLA 3.3.3. Resultados del primer mes (marzo) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio B.

FITOPLANCTON															
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXÓN	ABUNDANCIA POR ML				SUBTOTAL						
					1ml	1ml	1ml	1ml							
Bacillariophyta o Heterokontophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>	58	79	81	59	277						
				<i>Diatomea</i>	12	55	13	18	98						
	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>	0	0	0	3	3						
				Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria</i>	0	0	1	0	1				
						Cymbellales	Gomphonemataeae	<i>Gomphonema</i>	1	6	0	1	8		
								Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	0	0	2	0	2
										Achnanthales	Achnanthaceae	<i>Achnanthes</i>	0	0	1
Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Hantzschia</i>	0	7	0	1	8								
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis</i>	29	24	7	3	63						
			Chroococcaceae	<i>Chroococcus</i>	0	0	0	1	1						
		Nostocales	Rivulariaceae	<i>Calothrix</i>	0	1	1	0	2						
			Nostocaceae	<i>Anabaena</i>	0	0	1	0	1						
		Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena</i>	4	10	10	0	24						
		Oscillatorales	Phormidiaceae	<i>Arthrospira</i>	5	3	9	0	17						
			Oscillatoraceae	<i>Oscillatoria</i>	5	5	3	4	17						
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlorococcales	Hidrodictyceae	<i>Pediastrum</i>	2	9	4	0	15						
			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i>	1	0	0	0	1						
		Volvocales	Volvocaceae	<i>Volvox</i>	0	0	1	1	2						
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i>	6	2	1	2	11						
			Desmidiaceae	<i>Staurastrum</i>	0	0	19	15	34						
				<i>Tetmemorus</i>	2	0	1	0	3						
			Closteriaceae	<i>Closterium</i>	9	0	3	0	12						
TOTAL									601						

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Heinz, S. y Dieter K., 1987

TABLA 3.3.4. Resultados del primer mes (marzo) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio C.

FITOPLANCTON											
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL		
					1ml	1ml	1ml	1ml			
Bacillariophyta o Heterokontophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>	166	86	61	56	369		
				<i>Diatoma</i>	12	24	23	13	72		
	Bacillariophyceae	Bacillariales	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>	6	3	3	3	15	
			Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria</i>	0	0	1	0	1	
			Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>	1	1	0	0	2	
				Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	0	0	1	0	1	
			Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	0	0	0	1	1	
			Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	0	0	0	1	1	
<i>Hantzschia</i>	1	0			0	0	1				
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis</i>	10	14	59	25	108		
		Nostocales	Rivulariaceae	<i>Calothrix</i>	5	0	0	0	5		
			Nostocaceae	<i>Anabaena</i>	2	0	0	0	2		
		Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena municola</i>	0	4	2	10	16		
		Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Arthrospira fusiformis</i>	4	6	5	5	20		
			Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i>	10	4	7	5	26		
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlorococcales	Hidrodictyaceae	<i>Pediastrum</i>	5	1	6	1	13		
			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i>	3	0	0	0	3		
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Stigeoclonium</i>	0	2	0	0	2		
				<i>Cosmarium tumidum</i>	0	0	0	1	1		
				<i>Staurastrum</i>	0	2	12	5	19		
				<i>Euastrum</i>	0	0	0	1	1		
			Zygnemataceae	<i>Spirogyra porticalis</i>	0	4	4	1	9		
				<i>Spirogyra setiformis</i>	1	0	0	0	1		
			Charophyceae	Coleochaetales	Coleochaetaeae	<i>Coleochaete</i>	0	1	0	0	1
							<i>morfoespecie 5</i>	1	0	0	0
				<i>morfoespecie 6</i>	1	0	0	0	1		
TOTAL								696			

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Heinz, S. y Dieter K., 1987

SITIO A – MES DE ABRIL:

Los resultados fueron: (ver tabla 3.3.5.: Resultados del segundo monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio A) 6 Phylum, 10 clases, 19 ordenes, 21 familias, 26 especies fitoplanctónicas; destacándose la especie *Pediastrum* con el 42,09% (282 individuos) y menos representativos las especies *Gomphonema*, *Chlorogloea*, *Stigeoclonium*, *Chlorella*, *Arthrodesmus*, *Closterium* con el 0,15% (1 individuo c/u, ver gráfico 3.3.5.).

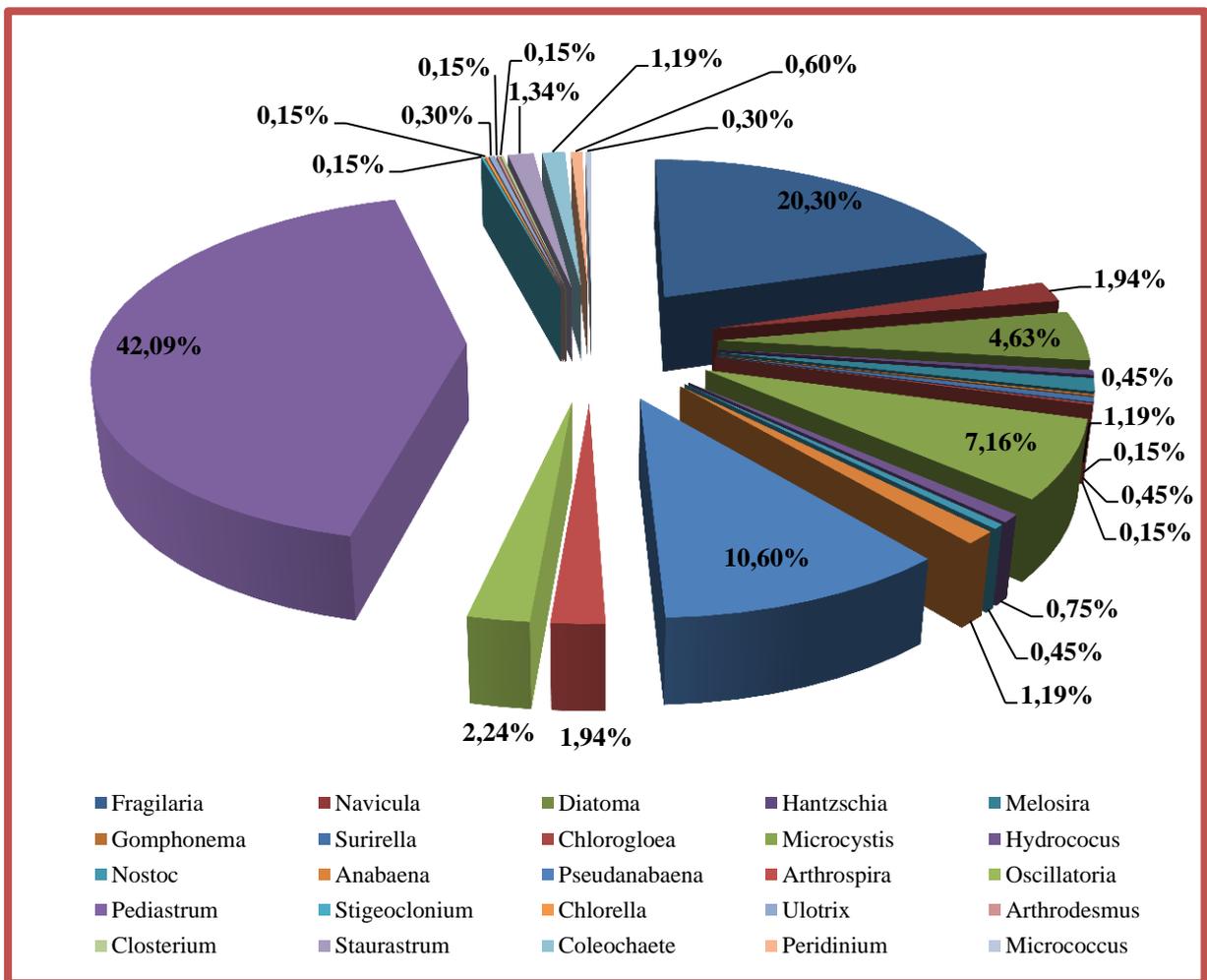


GRÁFICO 3.3.5. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de abril
ELABORADO POR: Las Tesisas

Se evidenció también (ver tabla 3.3.6.: Comunidades zooplanctónicas presentes en el sitio A) 2 Phylum, 2 clases, 2 ordenes, 2 familias y 2 especies: *Diffflugia* y *Euglena*, teniendo mayor porcentaje la *Diffflugia* con el 66,67% (2 individuos) y menos porcentaje la *Euglena* con el 33,33% (1 individuo, gráfico 3.3.6.).

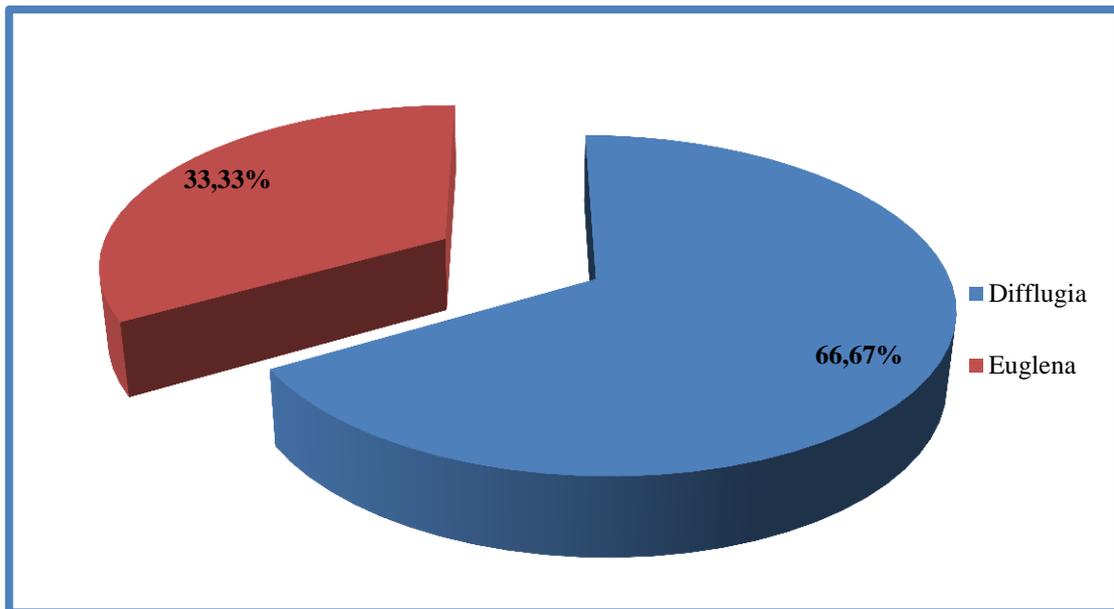


GRÁFICO 3.3.6. Porcentaje de abundancia de individuos zooplanctónicos presentes en la muestra del mes de abril
ELABORADO POR: Las Tesistas

TABLA 3.3.5. Resultados del segundo mes (abril) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio A.

FITOPLANCTON											
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL		
					1ml	1ml	1ml	1ml			
Bacillariophyta o Heterokontophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>	34	30	50	22	136		
				<i>Diatoma</i>	0	18	12	1	31		
	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>	4	2	6	1	13		
				Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Hantzschia</i>	0	2	0	1	3
						Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	0	0	2
				Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	0	0	0	1	1
Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella angustata</i>	3	0	0	0	3				
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Entophysalidaceae	<i>Chlorogloea novacekii</i>	0	1	0	0	1		
			Microcystaceae	<i>Microcystis</i>	15	3	2	28	48		
			Hydrococcaceae	<i>Hydrococcus cesatii</i>	0	5	0	0	5		
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Nostoc</i>	0	0	0	3	3		
				<i>Anabaena</i>	2	1	4	1	8		
		Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena municola</i>	3	6	0	62	71		
		Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Arthrospira fusiformis</i>	7	4	2	0	13		
Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i>		5	6	3	1	15				
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlorococcales	Hidrodictyaceae	<i>Pediastrum</i>	57	95	15	115	282		
		Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium</i>	1	0	0	0	1		
	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Chlorella</i>	0	1	0	0	1		
	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulotrix</i>	0	0	0	2	2		
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Arthrodesmus</i>	0	0	1	0	1		
				<i>Closterium</i>	0	0	1	0	1		
				<i>Staurastrum</i>	2	2	0	5	9		
	Charophyceae	Coleochaetales	Coleochaetaeae	<i>Coleochaete</i>	0	0	0	8	8		
Dinophyta	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniacea	<i>Peridinium</i>	0	0	0	4	4		
Actinobacteria	Actinobacteria	Actinomycetales	Micrococcaceae	<i>Micrococcus obvoluta</i>	0	2	0	0	2		
TOTAL								670			

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Heinz, S. y Dieter K., 1987

TABLA 3.3.6. Comunidades zooplanctónicas presentes en el sitio A.

ZOOPLANCTON									
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1ml	1ml	1ml	1ml	
Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Diffugiidae	<i>Diffugia</i>	0	0	0	2	2
Euglenozoa	Euglenoidea	Euglenales	Euglenidae	<i>Euglena</i>	0	0	0	1	1
TOTAL									3

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Heinz, S. y Dieter K., 1987

Se evidenció también (ver tabla 3.3.8.: Comunidades zooplanctónicas presentes en el sitio B) 3 Phylum, 3 clases, 3 ordenes, 4 familias y 4 especies: zooplanctónicas: *Diffflugia*, *Lecane*, *Arcella* y *Euglena*, presentando mayor porcentaje las especies *Lecane* y *Arcella* con el 41,67% (5 individuos c/u) y menos porcentaje las *Euglena* y *Diffflugia* con el 8,33% (1 individuo c/u, gráfico 3.3.8.).

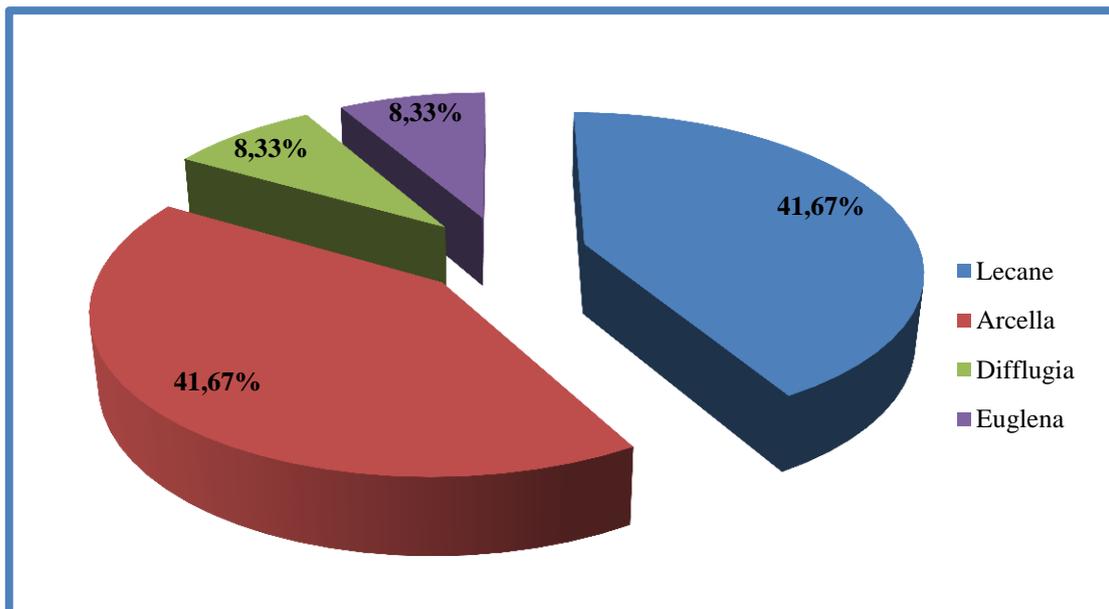


GRÁFICO 3.3.8. Porcentaje de abundancia de individuos zooplanctónicos presentes en la muestra del mes de abril
ELABORADO POR: Las Tesisistas

TABLA 3.3.7. Resultados del segundo mes (abril) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio B.

FITOPLANCTON									
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXÓN	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1ml	1ml	1ml	1ml	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Gomphosphaeriaceae	<i>Gomphosphaeria</i>	4	0	0	0	4
			Chroococcaceae	<i>Chroococcus</i>	0	1	0	0	1
			Chroococcaceae	<i>Microcystis</i>	25	139	19	18	201
			Oscillatoraceae	<i>Oscillatoria</i>	1	2	1	0	4
				<i>Lyngbya</i>	0	1	0	2	3
				<i>Arthrospira</i>	2	30	0	0	32
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i>	0	2	0	0	2
			Rivulariaceae	<i>Calothrix</i>	2	0	0	3	5
		Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena</i>	25	48	20	27	120
Bacillariophyta o Heterokontophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>	8	23	54	25	110
				<i>Synedra</i>	1	35	10	0	46
				<i>Ceratoneis</i>	0	1	4	0	5
	Bacillariophyceae	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	0	1	0	0	1
		Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Diatoma</i>	1	2	0	0	3
				<i>Tabellaria</i>	1	2	0	0	3
				Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	0	1	0
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	6	22	12	2	42
		Achnanthes	Achnanthes	<i>Achnanthes</i>	0	6	0	0	6
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>	15	13	4	1	33
	Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i>	0	1	0	0	1
Actinochrysophyceae	Actinophryda	Actinophrydae	<i>Actinophrys</i>	0	1	0	0	1	
Dinophyta	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniacea	<i>Peridinium</i>	4	0	3	3	10
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Closteriaceae	<i>Closterium</i>	0	1	0	0	1
			Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i>	0	0	0	6	6
	Charophyceae	Coleochaetales	Coleochaetaceae	<i>Coleochaete</i>	0	1	3	3	7
Chlorophyta	Trebouxiophyceae	Chlorellales	Chlorellaceae	<i>Chlorella</i>	1	0	0	0	1
	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix</i>	1	1	1	1	4
	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i>	1	0	0	0	1

Continua

Concluye

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1ml	1ml	1ml	1ml	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Volvocales	Volvocaceae	<i>Pandorina</i>	0	1	0	0	1
				<i>Volvox</i>	0	0	1	0	1
		Chlorococcales	Chlamydomonadaceae	<i>Chlamydomonas</i>	0	4	0	0	4
				Oocystaceae	<i>Oocystis</i>	1	0	0	0
			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i>	0	5	4	1	10
			Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum</i>	104	90	123	194	511
	Zygnemophyceae	Desmiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i>	0	1	0	0	1
				<i>Staurastrum</i>	3	3	11	5	22
				<i>Spondylosium</i>	0	1	0	0	1
				<i>morfoespecie 7</i>	0	1	0	0	1
				<i>morfoespecie 8</i>	0	1	0	0	1
				<i>morfoespecie 9</i>	0	3	0	0	3
				<i>morfoespecie 10</i>	0	1	0	0	1
				<i>morfoespecie 11</i>	0	6	0	0	6
<i>morfoespecie 12</i>	0	1	0	0	1				
<i>morfoespecie 13</i>	0	3	0	0	3				
<i>morfoespecie 14</i>	0	1	0	0	1				
TOTAL								1223	

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Heinz, S. y Dieter K., 1987

TABLA 3.3.8. Comunidades zooplanctónicas presentes en la sitio B

ZOOPLANCTON									
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1ml	1ml	1ml	1ml	
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane</i>	0	0	5	0	5
Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i>	2	3	0	0	5
Euglenozoa	Euglenoidea	Euglenales	Diffugiidae	<i>Diffugia</i>	0	1	0	0	1
			Euglenaceae	<i>Euglena</i>	0	1	0	0	1
TOTAL								12	

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Heinz, S. y Dieter K., 1987

SITIO C – MES DE ABRIL:

Los resultados fueron: (ver tabla 3.3.9.: Resultados del segundo monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio C) 6 Phylum, 9 clases, 14 ordenes, 19 familias, 20 especies fitoplanctónicas; destacándose la especie *Pediastrum* con el 44,44% (188 individuos) y menos representativos los géneros *Nostoc*, *Chroococcus*, *Actinastrum*, *Coleochaete* y *Characiopsis pyriformis* con el 0,24%(1 individuo c/u, gráfico 3.3.9.).

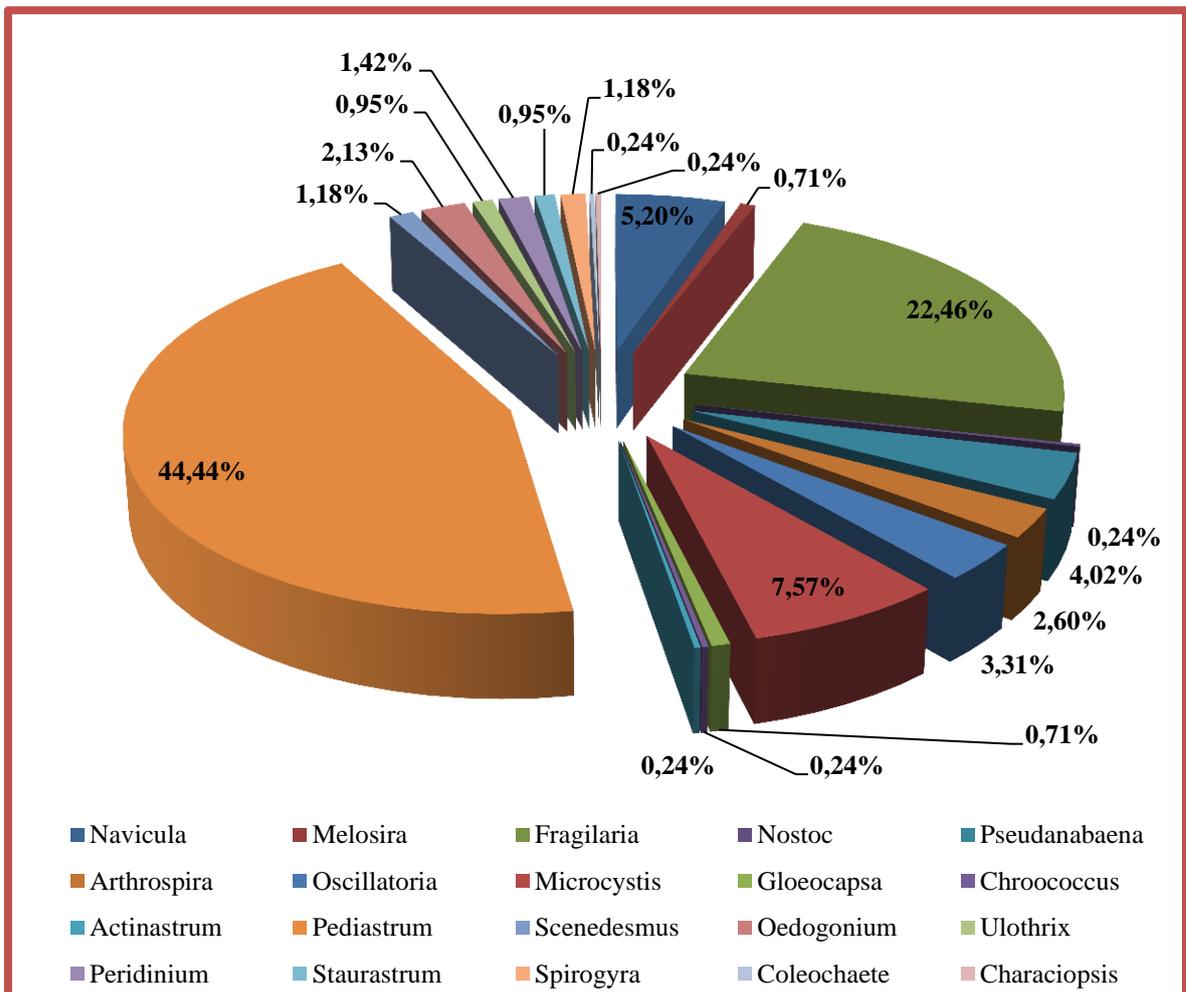


GRÁFICO 3.3.9. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de abril
ELABORADO POR: Las Tesistas

TABLA 3.3.9. Resultados del segundo mes (abril) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio C.

FITOPLANCTON									
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1ml	1ml	1ml	1ml	
Bacillariophyta o Heterokontophyta	Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>	3	7	7	5	22
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	0	3	0	0	3
	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>	3	37	34	21	95
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Nostoc</i>	0	0	0	1	1
		Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena mucicola</i>	0	0	0	17	17
		Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Arthrospira fusiformis</i>	1	0	1	9	11
			Oscillatoraceae	<i>Oscillatoria</i>	4	0	3	7	14
		Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis</i>	8	4	9	11	32
				<i>Gloeocapsa</i>	0	0	0	3	3
			Chroococcaceae	<i>Chroococcus</i>	0	0	1	0	1
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlorococcales	Scenedesmaceae	<i>Actinastrum</i>	1	0	0	0	1
			Hidrodictyaceae	<i>Pediastrum</i>	18	48	70	52	188
			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i>	3	0	2	0	5
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i>	0	0	0	9	9
	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Ulothrix</i>	0	0	0	4	4
Dinophyta	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniacea	<i>Peridinium</i>	0	0	2	4	6
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Staurastrum</i>	0	0	4	0	4
			Zygnemataceae	<i>Spirogyra porticalis</i>	0	0	0	5	5
	Charophyceae	Coleochaetales	Coleochaetaeae	<i>Coleochaete</i>	0	0	0	1	1
Ochrophyta	Xanthophyceae	Mischococcales	Characiopsidaceae	<i>Characiopsis pyriformis</i>	0	0	1	0	1
TOTAL									423

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Heinz, S. y Dieter K., 1987

la más representativa *Diffugia* con un 69,23% (9 individuos) y menos representativa con un 7,69% (1 individuo) la *Centropyxis* (gráfico 3.3.11.).

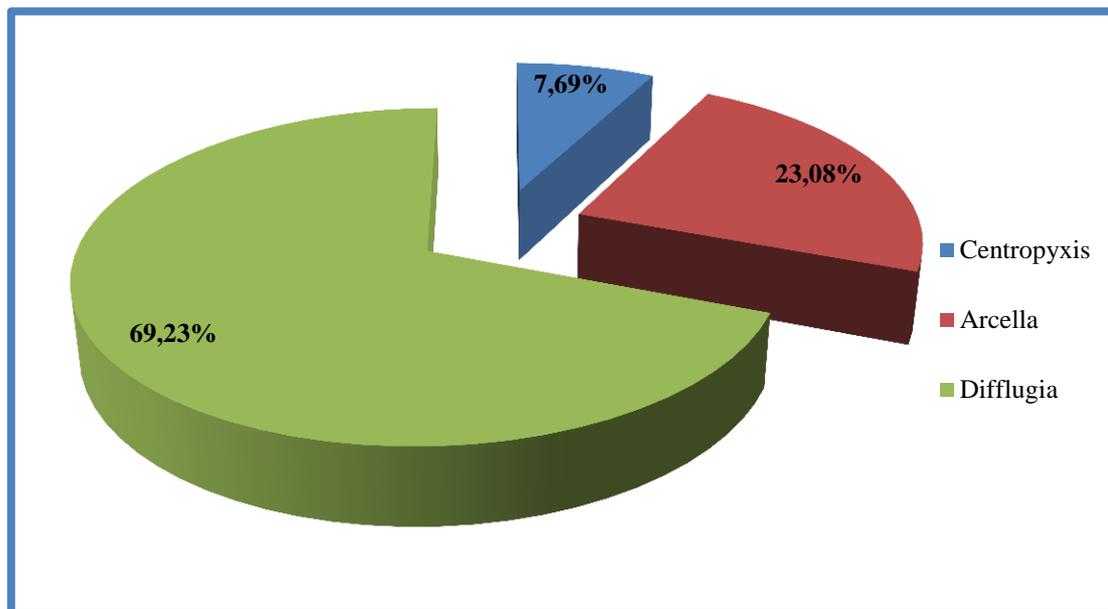


GRÁFICO 3.3.11. Porcentaje de abundancia de individuos zooplanctónicos presentes en la muestra del mes de mayo
ELABORADO POR: Las Tesistas

TABLA 3.3.10. Resultados del tercer mes (mayo) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio A.

FITOPLANCTON									
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1ml	1ml	1ml	1ml	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Oscillatoraceae	Oscillatoria	1	4	0	6	11
				Lyngbya	0	2	0	0	2
				Arthrospira fusiformis	0	4	3	6	13
			Chroococcaceae	Microcystis	92	129	24	0	245
				Chroococcus	0	0	0	1	1
		Nostocales	Nostocaceae	Nostoc	10	5	0	1	16
				Anabaena	1	2	1	21	25
			Scytonemaceae	Plectonema	1	5	0	0	6
			Rivulariaceae	Calothrix	0	4	0	0	4
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	Pseudanabaena mucicola	28	32	18	3
Bacillariophyta o Heterokontophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria	52	78	21	33	184
				Ceratoneis	0	1	0	0	1
	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella	2	1	0	0	3
				Gomphonemataceae	Gomphonema	1	3	0	0
			Tabellariales	Tabellariaceae	Diatoma	1	0	0	6
		Tabellaria			3	0	0	0	3
		Bacillariales	Bacillariaceae	Nitzschia	1	5	0	0	6
		Raphidineae	Eunotiaceae	Eunotia	3	2	0	0	5
		Melosirales	Melosiraceae	Melosira	4	3	0	0	7
		Naviculales	Naviculaceae	Navicula	0	0	0	1	1
Dinophyta	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniacea	Peridinium	2	7	2	0	11
Charophyta	Klebsormidiophyceae	Klebsormidiales	Klebsormidiaceae	Klebsordimidium	95	0	0	0	95
	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	Spirogyra	3	0	0	0	3
	Charophyceae	Coleochaetales	Coleochaetaceae	Coleochaete	1	0	0	0	1
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	Ulothrix	2	1	0	1	4
	Chlorophyceae	Chlorococcales	Scenedesmaceae	Scenedesmus	3	4	5	0	12
				Actinastrum	0	0	1	0	1

Continua

Concluye

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1ml	1ml	1ml	1ml	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlorococcales	Hidrodictyaceae	Pediastrum	20	20	18	7	65
		Chaetophorales	Chaetophoraceae	Chaetophora	1	0	0	0	1
				Stigeoclonium	0	1	0	0	1
	Volvocales	Volvocaceae	Volvox	0	1	0	0	1	
	Zygnemophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	Staurastrum	1	0	1	1	3
TOTAL								823	

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Heinz, S. y Dieter K., 1987

TABLA 3.3.11. Comunidades zooplanctónicas presentes en el sitio A.

ZOOPLANCTON									
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1ml	1ml	1ml	1ml	
Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Centropyxidae	<i>Centropyxis</i>	0	1	0	0	1
			Arcellidae	<i>Arcella</i>	1	2	0	0	3
			Diffugiidae	<i>Diffugia</i>	7	2	0	0	9
TOTAL								13	

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Heinz, S. y Dieter K., 1987

SITIO B – MES DE MAYO:

Se obtuvo: 5 Phylum, 9 clases, 21 ordenes, 30 familias, 40 especies y 3 morfoespecies fitoplanctónicas (ver tabla 3.3.12.: Resultados del tercer monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio B), figurando mayor presencia con el 30,46% (559 individuos) la especie *Microcystis* y de menor con el 0,05 % (1 individuo c/u) las especies *Lyngbya*, *Cylindrospermum*, *Cymbella*, *Trigonium*, *Cosmarium*, *Closterium*, *Coleochaete*, *Ulothrix*, *Ankistrodesmus*, *Stigeoclonium* y las morfoespecies 15 y 16 (gráfico 3.3.12.).

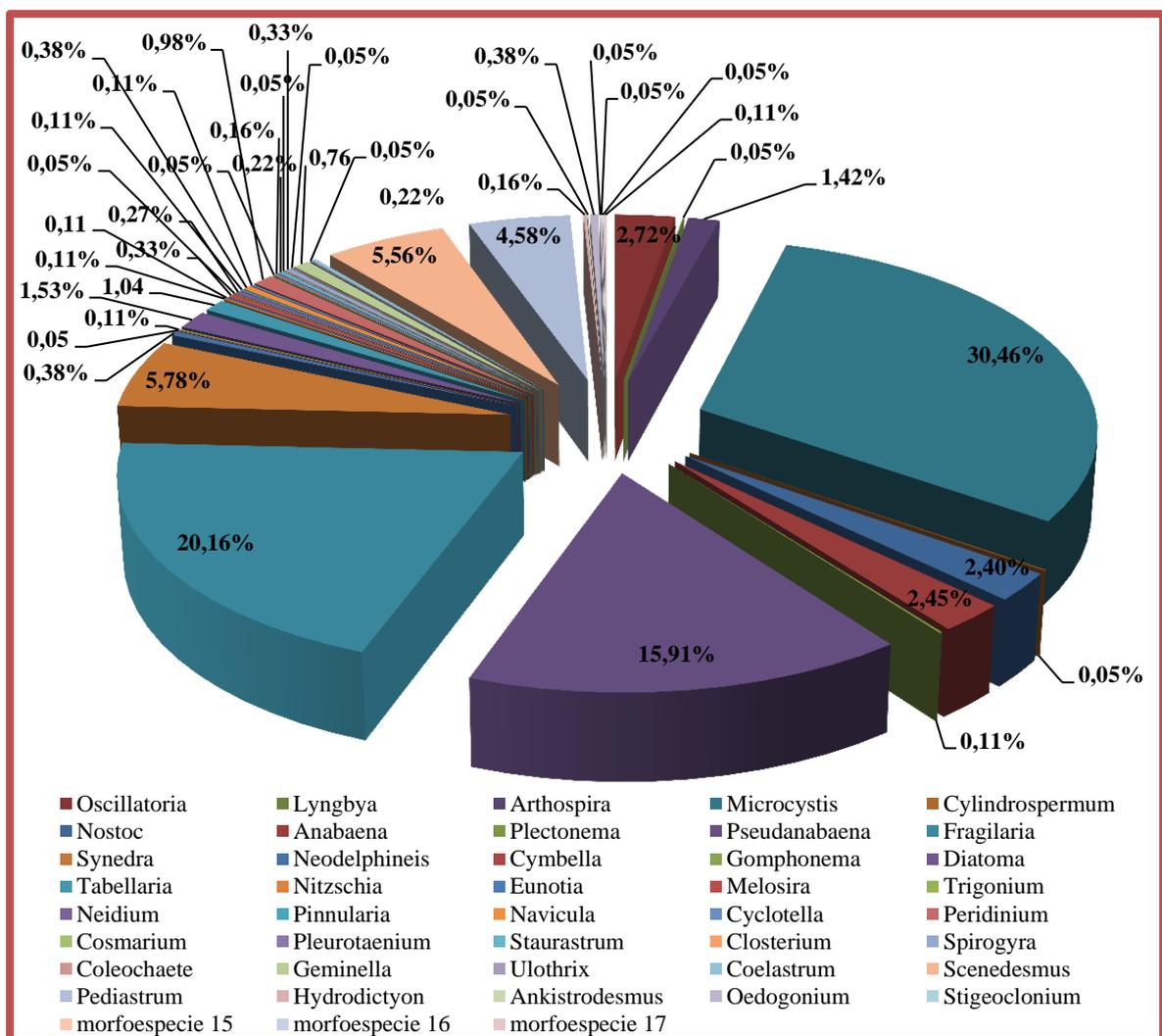


GRÁFICO 3.3.12. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de mayo
ELABORADO POR: Las Tesistas

También se presentó (ver tabla 3.3.13.: Comunidades zooplanctónicas presentes en el sitio B): 4 Phylum, 4 clases, 4 ordenes, 5 familias, 6 especies y 1 morfoespecie zooplanctónicas, siendo la más representativa la especie *Diffflugia* con un 62,30% (38 individuos) y menos representativas con un 1,64% (1 individuo) las *Phacus*, *Monhystera*, *Lecane* y *Trachelomonas* (gráfico 3.3.13.).

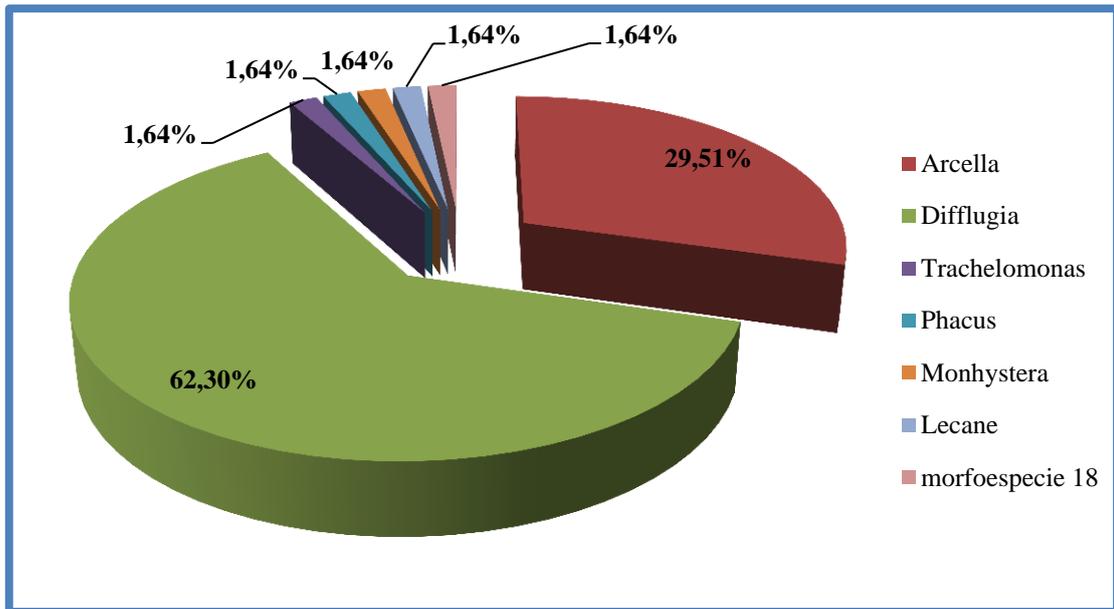


GRÁFICO 3.3.13. Porcentaje de abundancia de individuos zooplanctónicos presentes en la muestra del mes de mayo
ELABORADO POR: Las Tesisistas

TABLA 3.3.12. Resultados del tercer monitoreo (mayo) de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio B.

FITOPLANCTON										
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXÓN	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL	
					1ml	1ml	1ml	1ml		
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Oscillatoraceae	<i>Oscillatoria</i>	46	2	1	1	50	
				<i>Lyngbya</i>	0	0	0	1	1	
				<i>Arthospira</i>	14	2	4	6	26	
		Nostocales	Nostocaceae	Chroococcaceae	<i>Microcystis</i>	333	79	68	79	559
					<i>Cylindrospermum</i>	0	0	1	0	1
					<i>Nostoc</i>	13	14	0	17	44
					<i>Anabaena</i>	39	0	4	2	45
					<i>Plectonema</i>	0	0	0	2	2
					<i>Pseudanabaena</i>	172	33	45	42	292
Bacillariophyta o Heterokontophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>	236	53	26	55	370	
				<i>Synedra</i>	106	0	0	0	106	
		Rhaphoneidales	Rhaphoneidaceae	<i>Neodelphineis</i>	0	0	7	0	7	
	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>	0	0	0	1	1	
				Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	2	0	0	0	2
		Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Diatoma</i>	4	4	9	11	28	
				<i>Tabellaria</i>	7	8	0	4	19	
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	1	0	0	1	2	
		Raphidineae	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	1	0	1	0	2	
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	5	0	0	1	6	
		Centrales	Biddulphiaceae	<i>Trigonium</i>	1	0	0	0	1	
				Neidiaceae	<i>Neidium</i>	5	0	0	0	5
				Pinnulariaceae	<i>Pinnularia</i>	2	0	0	0	2
	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>	7	0	0	0	7		
			Coscinodiscophyceae	Thalassiosirales	Stephanodiscaceae	<i>Cyclotella</i>	2	0	0	0
Dinophyta	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniacea	<i>Peridinium</i>	6	7	3	2	18	
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i>	1	0	0	0	1	
				<i>Pleurotaenium</i>	1	2	0	0	3	
				<i>Staurastrum</i>	2	2	0	0	4	

Continua

Concluye

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXÓN	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1ml	1ml	1ml	1ml	
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Closteriaceae	<i>Closterium</i>	0	1	0	0	1
			Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i>	4	0	0	2	6
	Charophyceae	Coleochaetales	Coleochaetaceae	<i>Coleochaete</i>	0	0	0	1	1
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Gloeotilaceae	<i>Geminella</i>	0	0	12	2	14
			Ulotrichaceae	<i>Ulothrix</i>	0	0	0	1	1
	Chlorophyceae	Chlorococcales	Scenedesmaceae	<i>Coelastrum</i>	0	1	3	0	4
				<i>Scenedesmus</i>	0	0	95	7	102
		Hidrodictyaceae	<i>Pediastrum</i>	41	20	7	16	84	
			<i>Hydrodictyon</i>	3	0	0	0	3	
		Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Ankistrodesmus</i>	0	0	0	1	1
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i>	6	0	0	1	7
	Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium</i>	1	0	0	0	1	
					<i>morfoespecie 15</i>	0	1	0	0
				<i>morfoespecie 16</i>	1	0	0	0	1
				<i>morfoespecie 17</i>	0	0	0	2	2
TOTAL								1835	

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Heinz, S. y Dieter K., 1987

TABLA 3.3.13. Comunidades zooplanctónicas presentes en el sitio B

ZOOPLANCTON									
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1ml	1ml	1ml	1ml	
Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella</i>	10	3	0	5	18
			Diffugiidae	<i>Diffugia</i>	21	7	3	7	38
Euglenozoa	Euglenoidea	Euglenales	Euglenaceae	<i>Trachelomonas oblonga</i>	0	0	1	0	1
				<i>Phacus</i>	1	0	0	0	1
Nematoda	Adenophorea	Monhysterida	Monhysteridae	<i>Monhystera</i>	1	0	0	0	1
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane</i>	0	1	0	0	1
				<i>morfoespecie 18</i>	1	0	0	0	1
								TOTAL	61

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Heinz, S. y Dieter K., 1987

SITIO C – MES DE MAYO:

Se obtuvo: 4 Phylum, 6 clases, 14 ordenes, 16 familias y 16 especies fitoplanctónicas (ver tabla 3.3.14.: Resultados del tercer monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio C), figurando mayor presencia con el 36,49% (285 individuos) la especie *Fragilaria* y de menor con el 0,13 % (1 individuo) la especie *Surirella* (gráfico 3.3.14.).

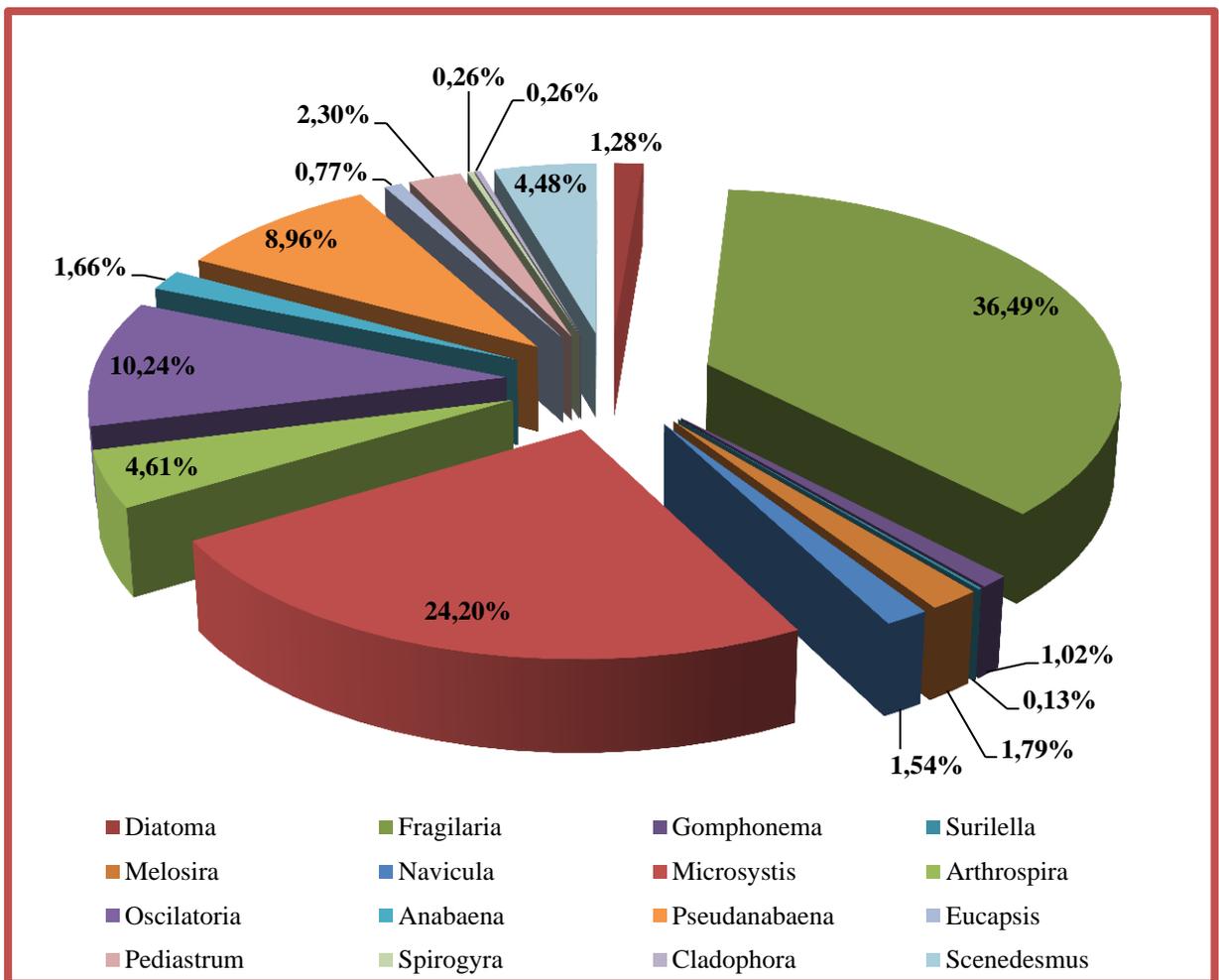


GRÁFICO 3.3.14. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de mayo
ELABORADO POR: Las Tesisas

TABLA 3.3.14. Resultados del tercer mes (mayo) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio C.

FITOPLANCTON									
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1ml	1ml	1ml	1ml	
Bacillariophyta o Heterokontophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>	39	14	96	136	285
	Bacillariophyceae	Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Diatoma</i>	1	5	2	2	10
		Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	8	0	0	0	8
		Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella</i>	0	1	0	0	1
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	12	0	2	0	14
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>	5	3	1	3	12
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis</i>	23	11	68	87	189
		Oscillatorales	Phormidiaceae	<i>Arthrospira fusiformis</i>	1	12	9	14	36
			Oscillatoraceae	<i>Oscillatoria</i>	4	4	4	68	80
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i>	1	0	0	12	13
		Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena mucicola</i>	2	3	45	20	70
		Synechococcales	Merismopediaceae	<i>Eucapsis</i>	0	0	6		6
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlorococcales	Hidrodictyaceae	<i>Pediastrum</i>	4	4	8	2	18
			Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i>	0	0	35	0	35
	Ulvophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Cladophora fracta</i>	0	0	0	2	2
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra setiformis</i>	1	1	0	0	2
TOTAL								781	

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Heinz, S. y Dieter K., 1987

SITIO A – MES DE JUNIO:

La muestra presentó: (ver tabla 3.3.15.: Resultados del cuarto monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio A) 6 Phylum, 10 clases, 18 ordenes, 23 familias, 32 especies y 3 morfoespecies fitoplanctónicas; con mayor porcentaje la especie *Fragilaria* (38,79% - 128 individuos) y menor con el 0,30% (1 individuo c/u) las especies *Lyngbya*, *Chroococcus*, *Cymbella*, *Actinastrum*, *Cosmarium* y las 3 morfoespecies (gráfico 3.3.15.).

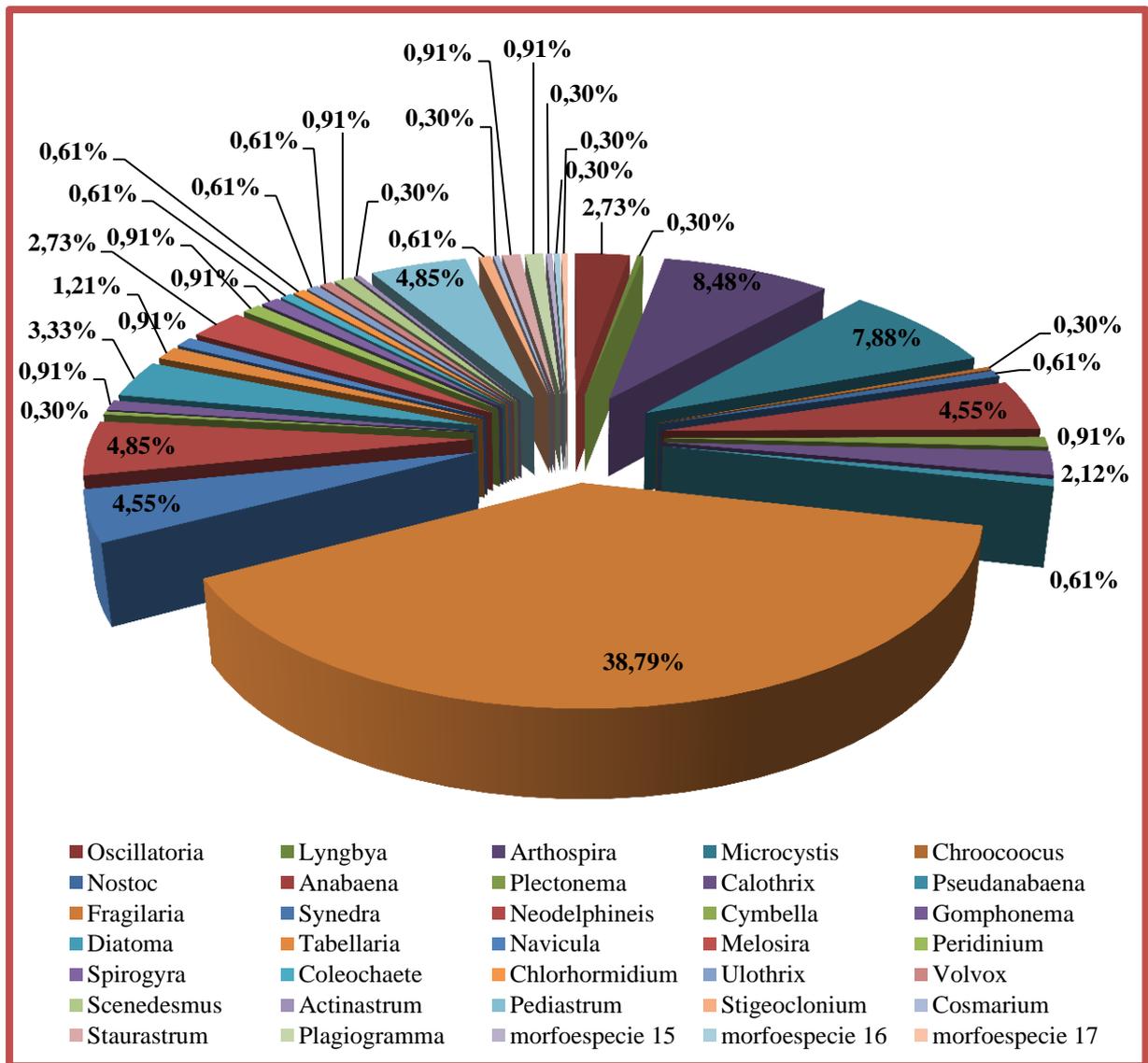


GRÁFICO 3.3.15. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de Junio
ELABORADO POR: Las Tesistas

Se observó también: (ver tabla 3.3.16.: Comunidades zooplanctónicas presentes en el sitio A) 1 Phylum, 1 clases, 1 ordenes, 2 familias y 2 especies sobresaliendo la *Diffflugia* con el 90% (9 individuos) ante con el 10% (1 individuo) la *Arcella* (gráfico 3.3.16).

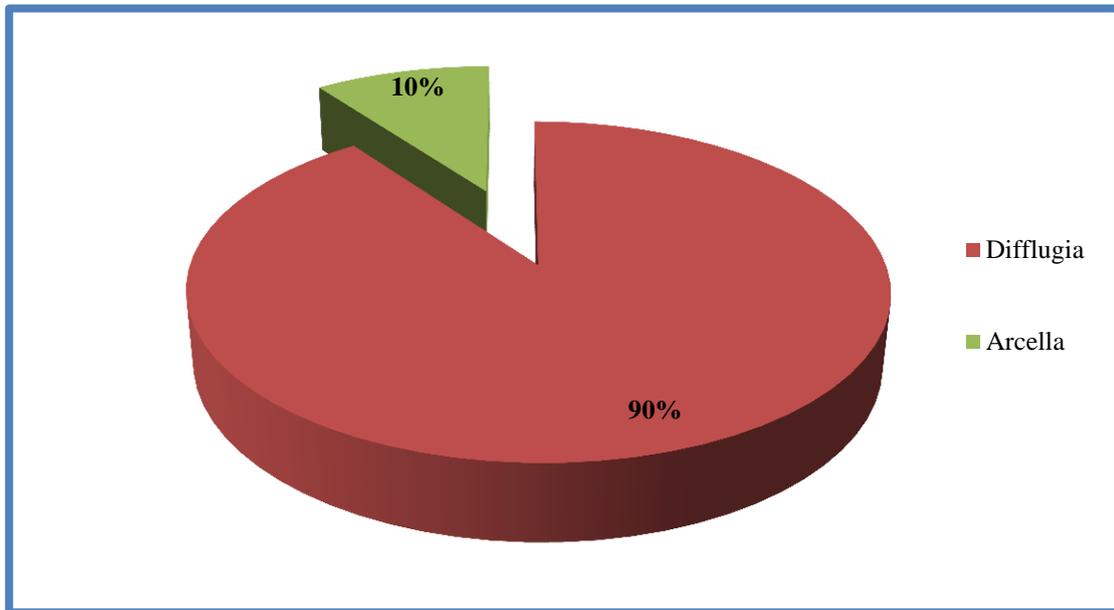


GRÁFICO 3.3.16. Porcentaje de abundancia de individuos zooplanctónicos presentes en la muestra del mes de junio
ELABORADO POR: Las Tesisistas

TABLA 3.3.15. Resultados del cuarto mes (junio) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio A.

FITOPLANCTON									
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1ml	1ml	1ml	1ml	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Oscillatoraceae	<i>Oscillatoria</i>	0	2	6	1	9
				<i>Lyngbya</i>	0	0	1	0	1
				<i>Arthospira</i>	2	15	8	3	28
			Chroococcaceae	<i>Microcystis</i>	6	11	9	0	26
				<i>Chroococcus</i>	0	1	0	0	1
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Nostoc</i>	0	2	0	0	2
				<i>Anabaena</i>	8	7	0	0	15
			Scytonemaceae	<i>Plectonema</i>	3	0	0	0	3
			Rivulariaceae	<i>Calothrix</i>	2	3	0	2	7
			Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena</i>	0	2	0	0
Bacillariophyta o Heterokontophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>	31	25	31	41	128
			<i>Synedra</i>	7	8	0	0	15	
		Rhaphoneidales	Rhaphoneidaceae	<i>Neodelphineis</i>	5	11	0	0	16
	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>	1	0	0	0	1
			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	2	1	0	0	3
		Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Diatoma</i>	0	0	7	4	11
				<i>Tabellaria</i>	0	0	0	4	4
		Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>	0	0	3	0	3
	Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	2	1	0	6	9	
	Dinophyta	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniacea	<i>Peridinium</i>	2	1	0	0
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i>	0	0	0	3	3
	Charophyceae	Coleochaetales	Coleochaetaceae	<i>Coleochaete</i>	1	1	0	0	2
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Chlorhormidium</i>	2	0	0	0	2
				<i>Ulothrix</i>	0	0	2	0	2
	Chlorophyceae	Volvocales	Volvocaceae	<i>Volvox</i>	1	0	1	0	2

Continua

Concluye

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1ml	1ml	1ml	1ml	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlorococcales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i>	0	0	0	3	3
			Hidrodictyceae	<i>Pediastrum</i>	0	0	1	0	1
		Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium</i>	3	4	2	7	16
	Zygnematophyceae	Zygnematales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium</i>	2	0	0	0	2
				<i>Staurastrum</i>	1	0	0	0	1
					3	0	0	0	3
Ochrophyta	Coscinodiscophyceae	Triceratiales	Plagiogrammaceae	<i>Plagiogramma</i>	0	3	0	0	3
				<i>morfoespecie 15</i>	0	1	0	0	1
				<i>morfoespecie 16</i>	1	0	0	0	1
				<i>morfoespecie 17</i>	1	0	0	0	1
TOTAL								330	

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Heinz, S. y Dieter K., 1987

TABLA 3.3.16. Comunidades zooplanctónicas presentes en el sitio A

ZOOPLANCTON									
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1ml	1ml	1ml	1ml	
Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Diffugiidae	<i>Diffugia</i>	6	3	0	0	9
			Arcellidae	<i>Arcella</i>	0	1	0	0	1
TOTAL								10	

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Heinz, S. y Dieter K., 1987

SITIO B – MES DE JUNIO:

La muestra presentó: (ver tabla 3.3.17.: Resultados del cuarto monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio B) 4 Phylum, 6 clases, 12 ordenes, 16 familias, 18 especies fitoplanctónicas; con mayor porcentaje la especie *Fragilaria* (40,52% - 94 individuos) y menor con el 0,43% (1 individuo c/u) las especies *Plagiogramma*, *Tabellaria*, *Spirogira setiformis*, *Scenedesmus*, *Staurastrum* (gráfico 3.3.17.).

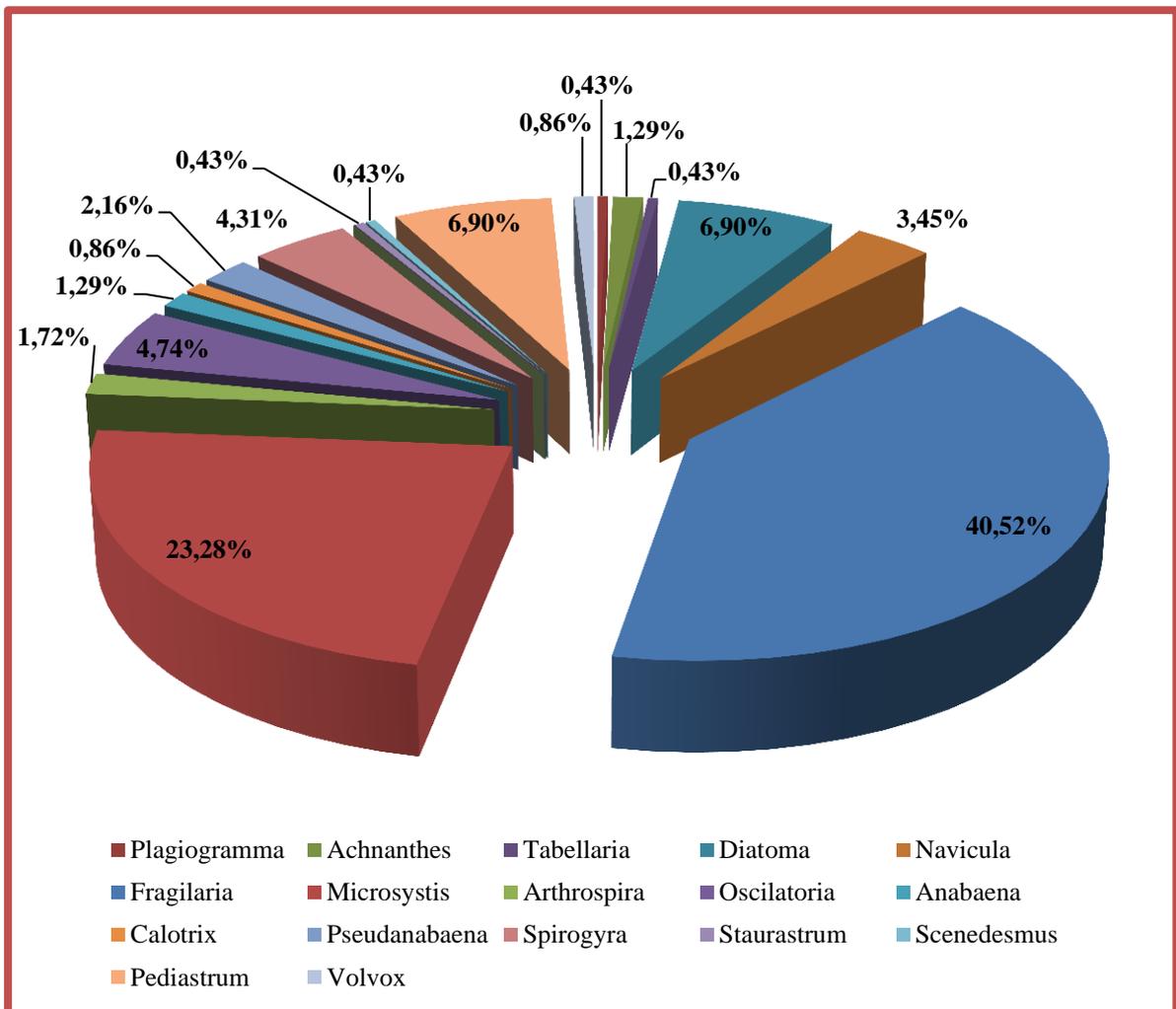


GRÁFICO 3.3.17. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de junio
ELABORADO POR: Las Tesistas

TABLA 3.3.17. Resultados del cuarto mes (junio) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio B.

FITOPLANCTON									
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXÓN	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1m 1	1m 1	1m 1	1m 1	
Bacillariophyta o Heterokontophyta	Coscinodiscophyceae	Triceratales	Plagiogrammaceae	<i>Plagiogramma</i>	1	0	0	0	1
	Bacillariophyceae	<i>Achnanthes</i>	<i>Achnantheaceae</i>	<i>Achnanthes</i>	0	0	2	1	3
		Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Tabellaria</i>	0	0	1	0	1
				<i>Diatomea</i>	7	2	4	3	16
	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>	3	0	3	2	8	
Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>	25	29	15	25	94	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis</i>	14	19	5	16	54
		Oscillatoriales	Phormidiaceae	<i>Arthrospira fusiformis</i>	2	0	1	1	4
			Oscillatoraceae	<i>Oscillatoria</i>	2	3	3	3	11
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i>	2	1	0	0	3
			Rivulariaceae	<i>Calotrix</i>	2	0	0	0	2
Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena mucicola</i>	0	3	0	2	5		
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra porticalis</i>	2	5	2	0	9
				<i>Spirogira setiformis</i>	0	1	0	0	1
			Desmidiaceae	<i>Staurastrum</i>	0	1	0	0	1
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chlorococcales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i>	0	0	1	0	1
			Hidrodictyaceae	<i>Pediastrum</i>	9	2	2	3	16
		Volvocales	Volvocaceae	<i>Volvox</i>	0	0	2	0	2
TOTAL									232

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Heinz, S. y Dieter K., 1987

SITIO C – MES DE JUNIO:

La muestra presentó: (ver tabla 3.3.18.: Resultados del cuarto monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio C) 5 Phylum, 10 clases, 19 ordenes, 25 familias, 30 especies y 3 morfoespecies fitoplanctónicas; con mayor porcentaje la especie *Fragilaria* (47,85% - 445 individuos) y menor con el 0,11% (1 individuo c/u) las especies *Chaetoceros*, *Ulothrix* y las 3 morfoespecie (gráfico 3.3.18.).

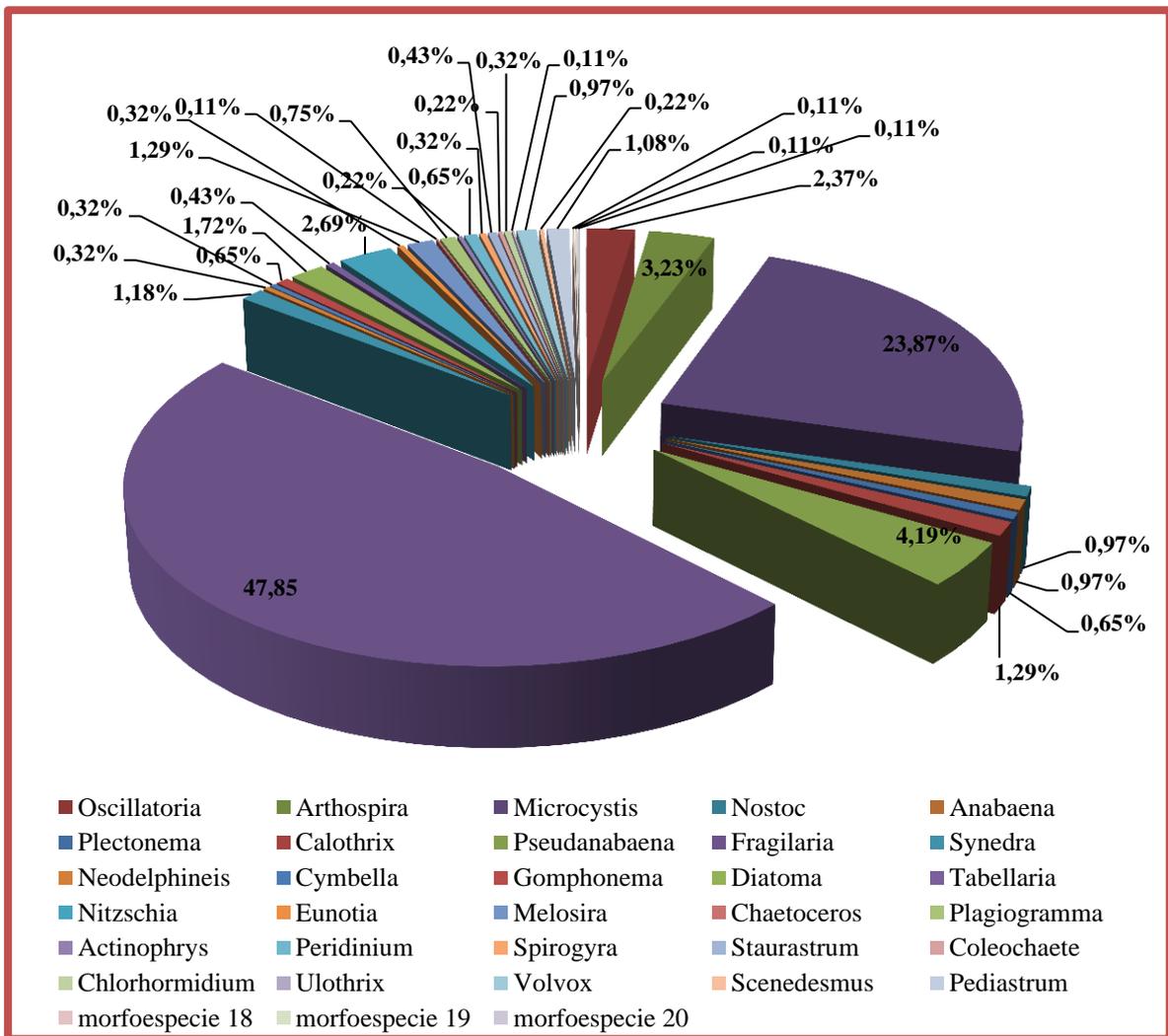


GRÁFICO 3.3.18. Porcentaje de abundancia de individuos en las especies fitoplanctónicas presentes en la muestra del mes de junio
ELABORADO POR: Las Tesistas

Se observó también: (ver tabla 3.3.19.: Comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio C) 2 Phylum, 2 clases, 2 ordenes, 3 familias y 3 especies zooplanctónicas, sobresaliendo la

Diffugia con el 88,14% (61 individuos) ante, con el 2,96% (1 individuo) la *Lecane* (ver gráfico 3.3.19).

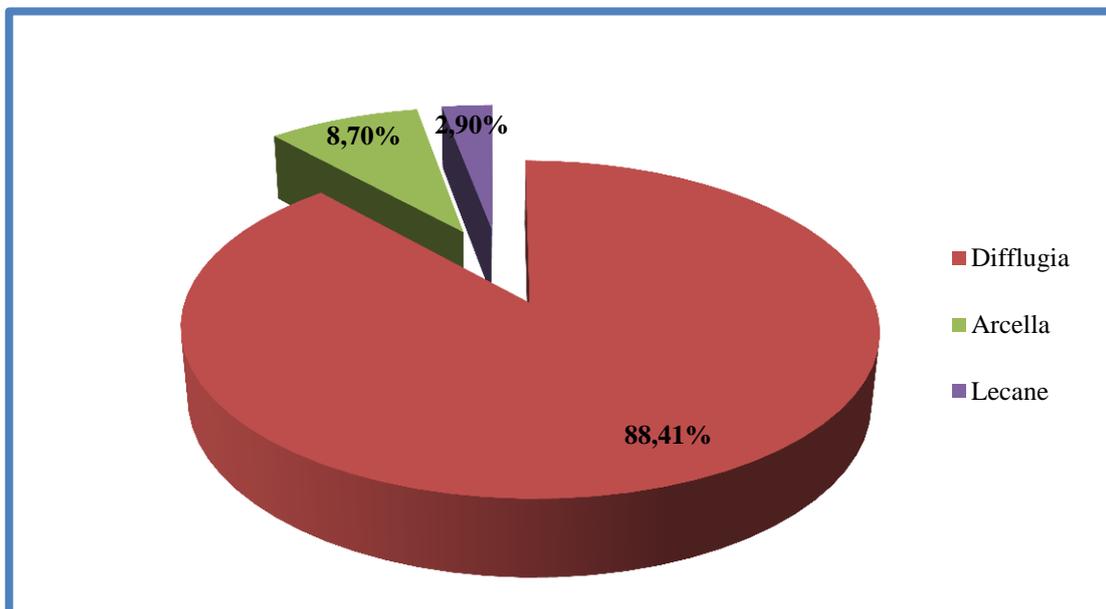


GRÁFICO 3.3.19. Porcentaje de abundancia de individuos zooplanctónicos presentes en la muestra del mes de junio
ELABORADO POR: Las Tesistas

TABLA 3.3.18. Resultados del cuarto mes (junio) de monitoreo de comunidades fitoplanctónicas presentes en el sitio C.

FITOPLANCTON									
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXÓN	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1ml	1ml	1ml	1ml	
Cyanobacteria	Cyanophyceae	Chroococcales	Oscillatoraceae	<i>Oscillatoria</i>	9	8	0	5	22
				<i>Arthospira</i>	1	14	12	3	30
			Chroococcaceae	<i>Microcystis</i>	57	130	14	21	222
		Nostocales	Nostocaceae	<i>Nostoc</i>	0	9	0	0	9
				<i>Anabaena</i>	5	1	3	0	9
			Scytonemaceae	<i>Plectonema</i>	1	4	0	1	6
		Rivulariaceae	<i>Calothrix</i>	0	9	0	3	12	
		Pseudanabaenales	Pseudanabaenaceae	<i>Pseudanabaena</i>	16	22	1	0	39
Bacillariophyta o Heterokontophyta	Fragilariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>	13	342	46	44	445
				<i>Synedra</i>	0	0	0	11	11
		Rhaphoneidales	Rhaphoneidaceae	<i>Neodelphineis</i>	1	2	0	0	3
	Bacillariophyceae	Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i>	2	1	0	0	3
				Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	0	4	0	2
		Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Diatoma</i>	3	12	0	1	16
				<i>Tabellaria</i>	0	3	0	1	4
		Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i>	16	3	3	3	25
		Raphidineae	Eunotiaceae	<i>Eunotia</i>	0	1	1	1	3
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i>	0	0	4	8	12
	Centrales	Chaetocerotaceae	<i>Chaetoceros</i>	0	1	0	0	1	
	Coscinodiscophyceae	Triceratiales	Plagiogrammaceae	<i>Plagiogramma</i>	0	0	2	5	7
	Actinochrysophyceae	Actinophryda	Actinophrydae	<i>Actinophrys</i>	0	2	0	0	2
Dinophyta	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniacea	<i>Peridinium</i>	0	0	5	1	6
Charophyta	Zygnematophyceae	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i>	0	3	0	0	3
			Desmidiaceae	<i>Staurastrum</i>	0	1	0	3	4

Continua

Concluye

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL	
					1ml	1ml	1ml	1ml		
Charophyta	Charophyceae	Coleochaetales	Coleochaetaceae	<i>Coleochaete</i>	0	0	2	0	2	
Chlorophyta	Ulvophyceae	Ulotrichales	Ulotrichaceae	<i>Chlorhormidium</i>	0	3	0	0	3	
				<i>Ulothrix</i>	0	1	0	0	1	
	Chlorophyceae	Volvocales	Volvocaceae	<i>Volvox</i>	0	2	2	5	9	
				Chlorococcales	Scenedesmaceae	<i>Scenedesmus</i>	0	1	1	0
		Hidrodictyaceae	<i>Pediastrum</i>		4	5	0	1	10	
					<i>morfoespecie 18</i>	0	0	0	1	1
					<i>morfoespecie 19</i>	0	0	1	0	1
				<i>morfoespecie 20</i>	0	1	0	0	1	
TOTAL								930		

ELABORADO POR: Las Tesistas

FUENTE: Heinz, S. y Dieter K., 1987

TABLA 3.3.19. Comunidades zooplanctónicas presentes en el sitio C.

ZOOPLANCTON									
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXÓN	ABUNDANCIA POR ML				ABUNDANCIA TOTAL
					1ml	1ml	1ml	1ml	
Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Difflogiidae	<i>Difflogia</i>	4	42	4	11	61
			Arcellidae	<i>Arcella</i>	4	2	0	0	6
Rotifera	Eurotatoria	Ploima	Lecanidae	<i>Lecane</i>	0	1	0	1	2
TOTAL								69	

ELABORADO POR: Las Tesistas

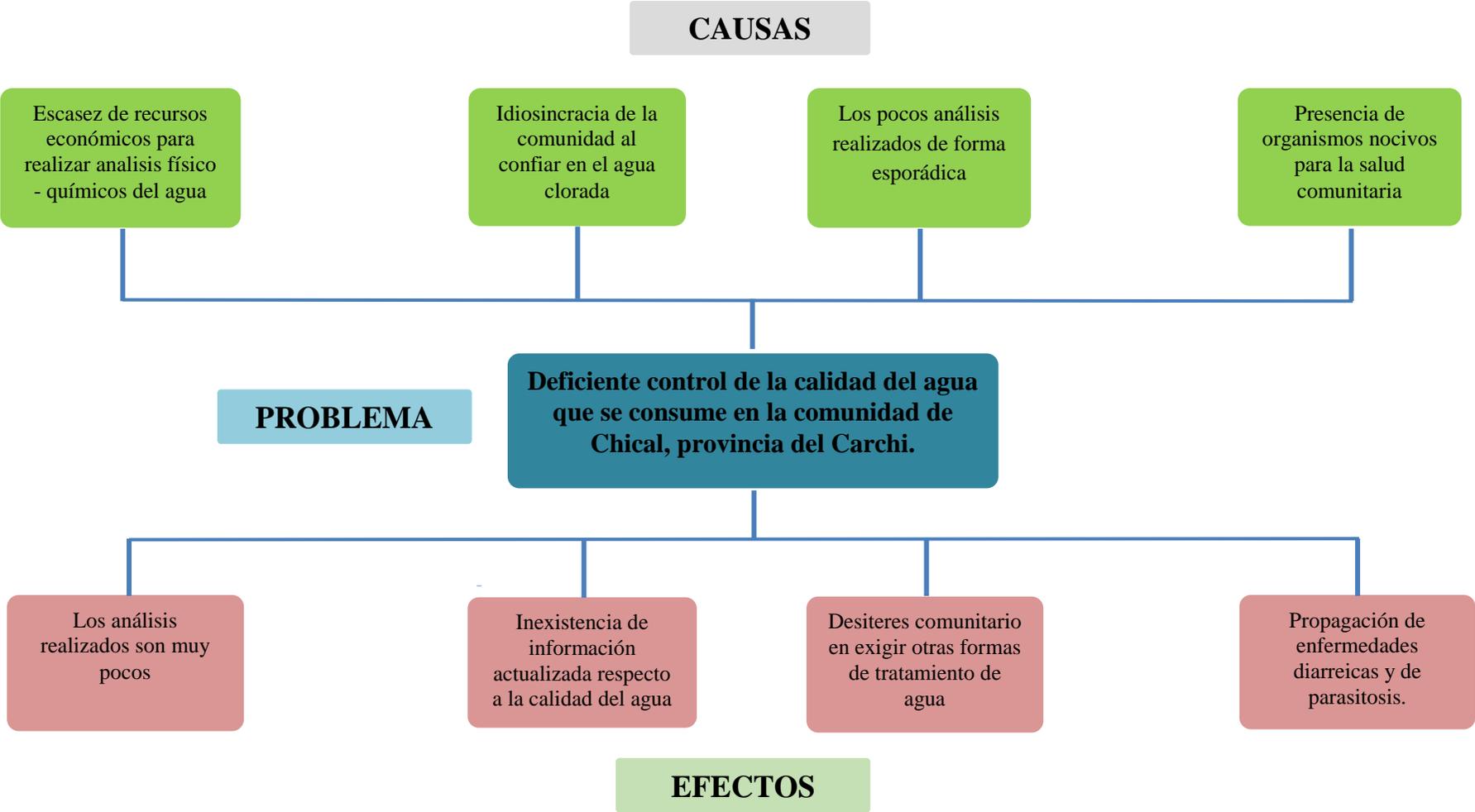
FUENTE: Heinz, S. y Dieter K., 1987

De todo lo presentado anteriormente se concluye que:

- La especie *Fragilaria* fue la máxima representante durante los meses de marzo y junio en los tres sitios y en mayo en el sitio C; mientras que, *Pediastrum* fue en abril en todas los sitios; en el mes de mayo, en el sitio A y B la mayor representante fue la *Microsistis*, con lo que se define, que la constante aparición de la especie *Fragilaria* en casi todos los meses y *Pediastrum* en marzo, determina que el sistema lótico tiene aguas ricas en nutrientes y la presencia de *Microsistis* en el agua, un cierto grado de contaminación orgánica.
- Se visualizó un mayor número de familias, especies e individuos con los valores promedio de 23,50, 32 y 972,75, respectivamente, en el sitio B; esto puede deberse a que este, es el sitio de transición entre el A y C.

ANEXO 3.4. METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL PLAN DE MONITOREO

GRÁFICO 3.4.1. Árbol de problemas



ANEXO 3.5. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional y desinfección y Resultados de los análisis físico – químicos y microbiológicos de los sitios de monitoreo.

A continuación se da a conocer los resultados de los análisis físico- químicos- microbiológicos realizados en los tres sitios de monitoreo, y se comparan con los límites máximos permisibles estipulados en el TULSMA, con lo cual se comprueba que los valores no sobrepasan estos límites y se concluye que el agua de la quebrada San José es de Buena Calidad (*tablas 3.6.1, 3.6.2 y 3.6.3*).

Se debe aclarar que estos se hicieron para reafirmar los resultados obtenidos por los análisis biológicos.

TABLA 3.5.1. Análisis Físico – Químicos y microbiológicos del sitio A

Parámetros		L.M.P. ³ según el TULSMA para aguas de consumo humano	Valores medidos				media
			Marzo	Abril	Mayo	Junio	
Químicos	DQO	2,0 mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	DBO ₅		0	0	0	0	0
	(PO ₄) ⁻³		0,08	0,09	0,11	0,04	0,08
	Mn	0,1 mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	(NO ₃) ⁻	10 mg/l	0,35	0,4	0,25	0,4	0,35
	(NO ₂) ⁻	1,0 mg/l	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
	(N – NH ₃)		0,02	0,01	0,02	0,02	0,018
	pH	6 – 9	8,3	8,6	8,4	6,97	8,07
	Turbidez	10 NTU	0,45	0,47	0,52	0,35	0,45
Microbiológicos	Coliformes Totales	3000 ⁴ 50 ⁵	0	0	1700	1200	725
	Echericha coli	600	0	0	25	50	18,75
Físicos	Conductividad		22,67	21,9	22	22,43	22,25
	Temperatura		18	17,1	17,5	17,4	17,5

ELABORADO POR: Las Tesistas

³L.M.P = Límite Máximo Permisible según el TULSMA para aguas de consumo humano

⁴L.M.P para aguas de consumo humano que solo requieren tratamiento convencional

⁵L.M.P para aguas de consumo humano que solo requieren de desinfección

TABLA 3.5.2. Análisis Físico – Químicos y microbiológicos del sitio B

PARÁMETROS		L.M.P. SEGÚN EL TULSMA PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO	VALORES MEDIDOS				MEDIA
			MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	
Químicos	DQO	2,0 mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	DBO ₅		0	0	0	0	0
	(PO ₄) ⁻³		0,04	0,06	0,04	0,03	0,043
	Mn	0,1 mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	(NO ₃) ⁻	10 mg/l	0,34	0,3	0,4	0,32	0,34
	(NO ₂) ⁻	1,0 mg/l	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
	(N – NH ₃)		0,03	0,04	0,04	0,02	0,033
	pH	6 – 9	8,46	8,6	8,6	8,2	8,47
	Turbidez	10 NTU	0,42	0,39	0,48	0,4	0,42
Microbiológicos	Coliformes Totales	3000 50	0	0	1400	1500	725
	Echericha coli	600	0	0	40	100	35
	Conductividad		23,83	23,4	23,3	23,67	23,55
Físicos	Temperatura		18,3	17,6	17,7	17,6	17,8

ELABORADO POR: Las Tesistas

TABLA 3.5.3. Análisis Físico – Químicos y microbiológicos del sitio C

PARÁMETROS		L.M.P. SEGÚN EL TULSMA PARA AGUAS DE CONSUMO HUMANO	VALORES MEDIDOS				MEDIA
			MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	
Químicos	DQO	2,0 mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	DBO ₅		0	0	0	0	0
	(PO ₄) ⁻³		0,08	0,12	0,10	0,03	0,083
	Mn	0,1 mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	(NO ₃) ⁻	10 mg/l	0,38	0,4	0,4	0,35	0,38
	(NO ₂) ⁻	1,0 mg/l	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
	(N – NH ₃)		0,02	0,04	0,02	0,01	0,023
	pH	6 – 9	8,1	9,1	8,7	7,73	8,41
	Turbidez	10 NTU	0,45	0,45	0,6	0,3	0,45
Microbiológicos	Coliformes Totales	3000 50	0	0	3200	2000	1300
	Echericha coli	600	0	0	30	300	82,5
Físicos	Conductividad		24,9	23,2	23,8	24,1	24
	Temperatura		18,5	17,2	17,6	17,3	17,65

ELABORADO POR: Las Tesistas

ANEXO 4: ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA

ANEXO 4.1. Análisis Físico-Químico y Microbiológico de la Quebrada San José, mes de marzo.



Laboratorio de Uso Múltiple

Ibarra, 02 de abril de 2012

Informe N°: 25 - 2012

Análisis solicitado por:

Srtas: María Fernanda Marín y Eliana Zurita

Persona quien muestrea:

Srtas: María Fernanda Marín y Eliana Zurita

Número de muestras y sitio de muestreo:

Tres, El Chical

Fecha de recepción de las muestras:

27 de marzo de 2012

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Método de ensayo
		Zona Alta	Zona Media	Zona Baja	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	0,1	0,1	0,1	APHA 5220 B
Demanda Bioquímica de Oxígeno (BDO ₅)	mg/l	0	0	0	APHA 5210 B
Conductividad	uS/cm	22,67	23,83	24,9	APHA 5210 B
Color verdadero	mg/l	2,5	2,5	2,5	APHA 2120 B
Fosfatos (PO ₄)	mg/l	0,08	0,04	0,08	APHA 4500 - P D
Manganeso (Mn)	mg/l	0,01	0,01	0,01	Absorción Atómica
Nitratos (NO ₃) ⁻	mg/l	0,35	0,34	0,38	APHA 4500 - (NO ₃) ⁻ B
Nitritos (NO ₂) ⁻	mg/l	0,001	0,001	0,001	EPA 354.1
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₃)	mg/l	0,02	0,03	0,02	APHA 4500 - (NO ₃) ⁻ C
pH	---	8,3	8,46	8,1	APHA 4500 - (NO ₃) ⁻ H-B
Turbidez	NTU	0,45	0,42	0,45	APHA 2130 B
Recuento Coliformes Totales	UFC/100ml	0	0	0	EPA - 40 CFR
Recuento E. coli	UFC/100ml	0	0	0	EPA - 40 CFR

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Alertamiento:



Bioq. José Luis Moreno
ANALISTA



Misión Institucional

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
Teléfono: (06) 2 953 461 Casilla 199
(06) 2 609 420 2 640 - 881 Fax Ext 831
E-mail: um@un-norte.edu.ec
www.un-norte.edu.ec

ANEXO 4.2. Análisis Físico-Químico y Microbiológico de la Quebrada San José, mes de abril.



Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 25 - 2012

Ibarra, 02 de mayo de 2012

Análisis solicitado por:

Srtas: María Fernanda Marín y Eliana Zurita

Persona quien muestrea:

Srtas: María Fernanda Marín y Eliana Zurita

Número de muestras y sitio de muestreo:

Tres, El Chical

Fecha de recepción de las muestras: 27 de abril de 2012

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Método de ensayo
		Zona Alta	Zona Media	Zona Baja	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	<2.2	<2.2	<2.2	APHA 5220 B
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l	0	0	0	APHA 5210 B
Conductividad	uS/cm	24,3	23,9	24,4	APHA 2510 B
Color verdadero	Pl - Co	2,5	2,5	2,5	APHA 2120 B
Fosfatos (PO ₄) ³⁻	mg/l	0,09	0,06	0,12	APHA 4500 - P D
Manganeso (Mn)	mg/l	0,01	0,01	0,01	Absorción Atómica
Nitros (NO ₂) ⁻	mg/l	0,4	0,30	0,40	APHA 4500 - (NO ₂) ⁻ B
Nitros (NO ₃) ⁻	mg/l	0,001	0,001	0,001	EPA 364.1
Nitrógeno Amiacal (N-NH ₃)	mg/l	0,01	0,04	0,04	APHA 4500 - (NH ₃) C
pH	---	8,88	8,7	8,96	APHA 4500 - H ⁺ B
Turbidez	NTU	0,47	0,39	0,45	APHA 2130 B
Recuento Coliformes Totales	UFC/100 ml	0	0	0	EPA - 40 CFR
Recuento E. coli	UFC/100 ml	0	0	0	EPA - 40 CFR

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Acertamiento:


Bto. José Luis Moreno
ANALISTA



Misión Institucional

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria Barrio El Olivo
Teléfono: (06) 2 953-451 Calle 199
(06) 2 609-420 (640) - 81 Fax Ext: 101
E-mail: um@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

ANEXO 4.3. Análisis Físico - Químico y Microbiológico de la Quebrada San José, mes de mayo



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Informe N°: 28 - 2012

Ibarra, 28 de mayo de 2012

Análisis solicitado por:

Srtas: Maria Fernanda Marín y Eliana Zurita

Persona quien muestrea:

Srtas: Maria Fernanda Marín y Eliana Zurita

Número de muestras y sitio de muestreo:

Tres, El Chical

Fecha de recepción de las muestras:

22 de mayo de 2012

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Método de ensayo
		Zona Alta	Zona Media	Zona Baja	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	0,1	0,1	0,1	APHA 5220 B
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l	0	0	0	APHA 5210 B
Conductividad	uS/cm	26,1	23,5	39	APHA 2510 B
Color verdadero	Pt - Co	2,5	2,5	2,5	APHA 2120 B
Cloro Libre Residual	mg/l	0,01	0,01	0,01	APHA 4500 - Cl G
Fosfatos (PO ₄) ³⁻	mg/l	0,11	0,04	0,1	APHA 4500 - P D
Manganeso (Mn)	mg/l	0,01	0,01	0,01	Absorción Atómica
Nitratos (NO ₃)	mg/l	0,25	0,40	0,40	APHA 4500 - (NO ₃) B
Nitritos (NO ₂)	mg/l	0,001	0,001	0,001	EPA 354.1
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₃)	mg/l	0,02	0,04	0,02	APHA 4500 - (NH ₃) C
pH	---	8,85	8,80	8,90	APHA 4500 - H ⁺ B
Turbidez	NTU	0,52	0,48	0,60	APHA 2130 B
Recuento Coliformes Totales	UFC/100 ml	1700	1400	3200	EPA - 40 CFR
Recuento E. coli	UFC/100 ml	25	40	30	EPA - 40 CFR

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente:

Bloq. José Luis Moreno
ANALISTA



Misión Institucional

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
Teléfono: (06) 2 953-461 Casilla 199
(06) 2 609-420 2 640 811 Fax: Ext:101
E mail: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

ANEXO 4.4. Análisis Físico - Químico y Microbiológico de la Quebrada San José, mes de junio



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IBARRA - ECUADOR

Laboratorio de Uso Múltiple

Ibarra, 03 de julio de 2012

Informe N°: 36 - 2012

Análisis solicitado por:

Srtas: María Fernanda Marín y Eliana Zurita

Persona quien muestrea:

Srtas: María Fernanda Marín y Eliana Zurita

Número de muestras y sitio de muestreo:

Tres, El Chical

Fecha de recepción de las muestras:

27 de junio de 2012

Parámetro Analizado	Unidad	Resultado			Método de ensayo
		Zona Alta	Zona Media	Zona Baja	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	0,1	0,1	0,1	APHA 5220 B
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l	0	0	0	APHA 5210 B
Conductividad	uS/cm	29,4	49,2	30,4	APHA 2510 B
Color verdadero	Pt - Co	2,5	2,5	2,5	APHA 2120 B
Cloro Libre Residual	mg/l	0,00	0,00	0,00	APHA 4500 - Cl G
Fosfatos (PO ₄) ³⁻	mg/l	0,04	0,03	0,03	APHA 4500 - P D
Manganeso (Mn)	mg/l	0,01	0,01	0,01	Absorción Atómica
Nitratos (NO ₃) ⁻	mg/l	0,4	0,32	0,35	APHA 4500 - (NO ₃) ⁻ B
Nitritos (NO ₂) ⁻	mg/l	0,001	0,001	0,001	EPA 354.1
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₃)	mg/l	0,02	0,02	0,01	APHA 4500 - (NH ₃) C
pH	---	6,97	7,03	6,14	APHA 4500 - H ⁺ B
Turbidez	NTU	0,35	0,40	0,30	APHA 2130 B
Recuento Coliformes Totales	UFC/100 ml	1200	1500	2000	EPA - 40 CFR
Recuento E. coli	UFC/100 ml	50	100	300	EPA - 40 CFR

Nota: Los resultados corresponden exclusivamente para la muestra analizada.

Atentamente:

Bioq. José Luis Moreno
ANALISTA



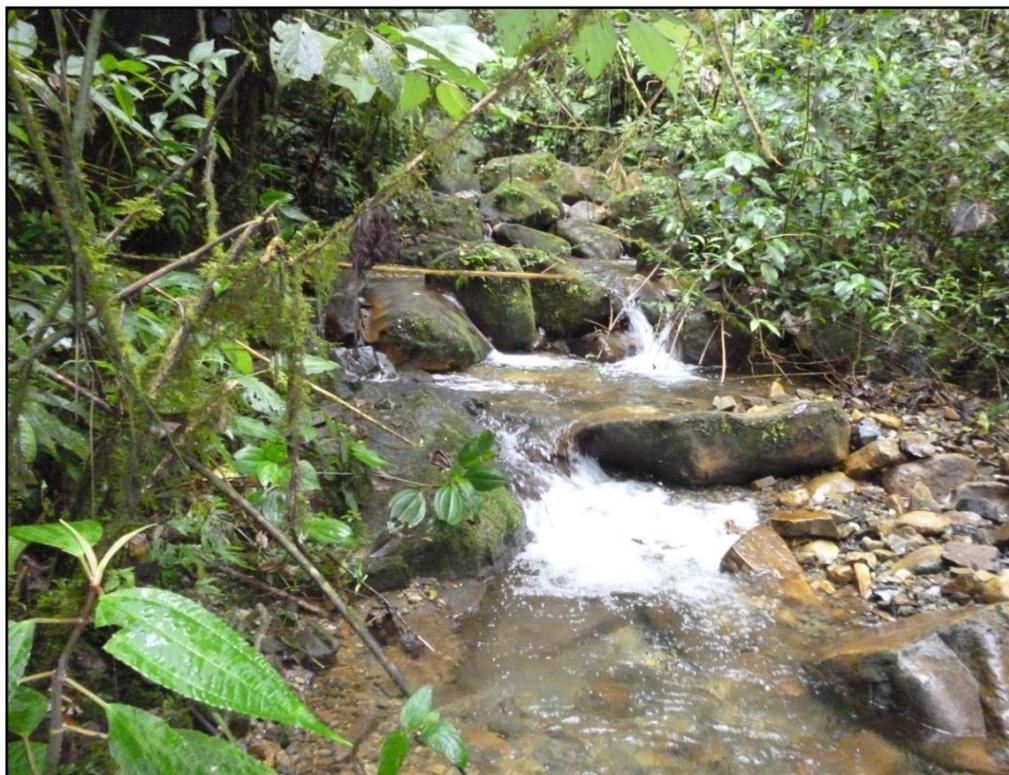
Misión Institucional

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

Ciudadela Universitaria barrio El Olivo
Teléfono: (06) 2 953-461. Casilla 199
(06) 2 609-420 2 640. 8H Fax: Ext-3011
E-mail: utn@utn.edu.ec
www.utn.edu.ec

ANEXO 5: FOTOGRAFÍAS

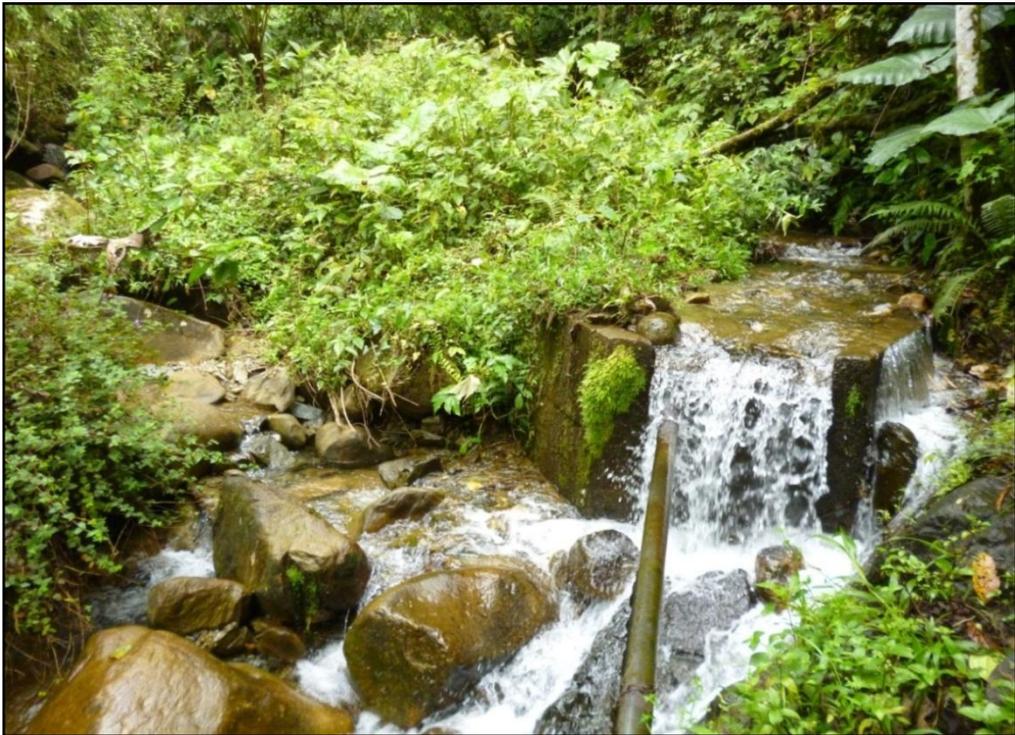
SITIOS DE MONITOREO



FOTOGRAFÍA 1. Sitio A



FOTOGRAFÍA 2. Sitio B



FOTOGRAFÍA 3. Sitio C – Zona de captación

**TOMA DE MUESTRAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO DE
MACROINVERTEBRADOS, FITOPLANCTON Y FÍSICO - QUÍMICOS Y
MICROBIOLÓGICOS**



FOTOGRAFÍA 4. Registro de las características del cauce mediante la lista de chequeo realizada previamente en gabinete



FOTOGRAFÍA5. Toma de datos para los cálculos respectivos del caudal



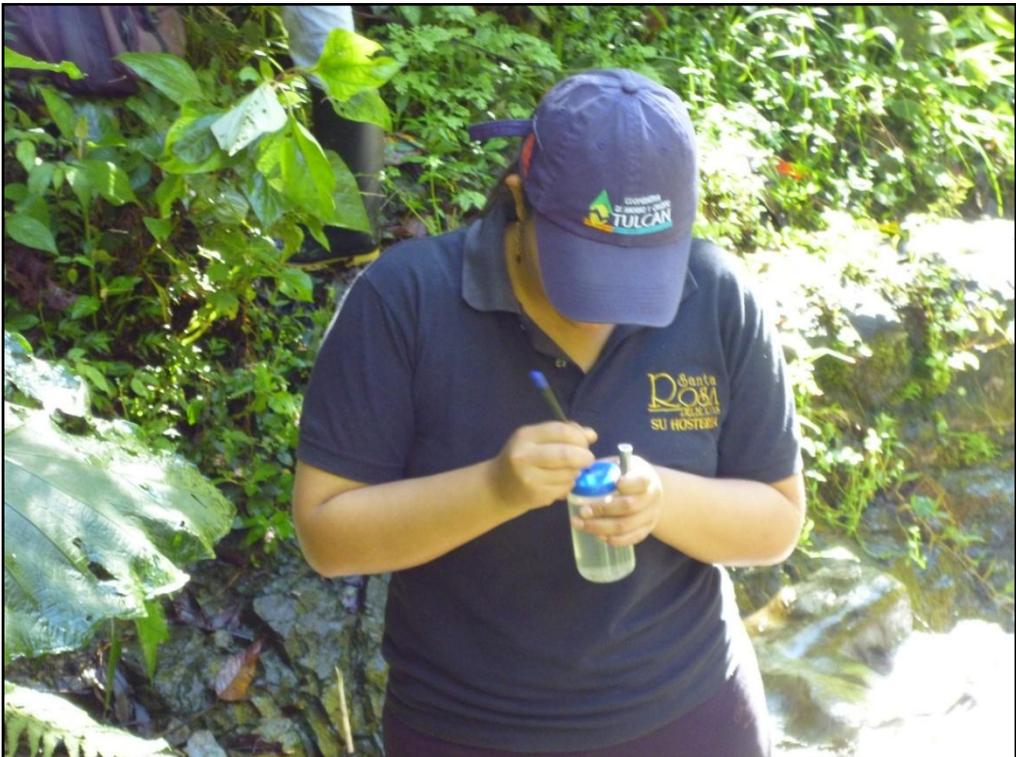
FOTOGRAFÍA 6. Toma de puntos con el GPS para georreferenciar en el mapa



FOTOGRAFÍA 7. Recolecta de macroinvertebrados con la red de Surber



FOTOGRAFÍA 8. Captura de macroinvertebrados y preservación de muestras con alcohol de 75%



FOTOGRAFÍA 9. Etiquetado de muestras recolectadas





FOTOGRAFÍAS 10, 11 Y 12. Recolecta muestras con la red de arrastres 24us para fitoplancton





FOTOGRAFÍAS 13 Y 14. Preservación de las muestras de fitoplancton



FOTOGRAFÍA 15 Y 16. Toma de muestras de agua para análisis Físico - Químicos y Microbiológicos



FOTOGRAFÍA 17 Y 18. Toma y registro de datos con el kit de mediciones Físico – Químicas



Fotografía 19. Equipos y materiales de trabajo de campo

SOCIALIZACIÓN A LOS MIEMBROS DE LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE SOBRE LOS RESULTADOS OBTENIDOS Y MANEJO DEL PLAN DE MONITOREO



FOTOGRAFÍA 20 Y 21. Reunión con los moradores de la comunidad

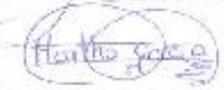


FOTOGRAFÍA 22 Y 23. Socialización de resultados obtenidos y plan de monitoreo



FOTOGRAFÍA 24Y 25. Miembros de la Junta Administradora de Agua Potable de la comunidad El Chical

LISTA DE ASISTENCIA DE SOCIALIZACIÓN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LA CALIDAD DE AGUA, CON LA UTILIZACIÓN DE BIOINDICADORES ACUÁTICOS DE LA QUEBRADA SAN JOSÉ Y FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MONITOREO EN CHICAL, PROVINCIA DEL CARCHI

NOMBRE	NUMERO DE CEDULA	FIRMA
Viviana Berthelina	040051977-3	
Martha Garcia	040127513-6	
JULIO CHAMBA	171715414-4	

ANEXO 7: MACROINVERTEBRADOS RECONOCIDOS

ORDEN TRICHOPTERA		
Leptoceridae <i>Triplectides</i>	Leptoceridae <i>Atanatolica</i>	Hidroptilidae <i>Ochrotrichia</i>
		
Hidropsychidae <i>Smicridea</i>	Hydrobiosidae <i>Atopsyche</i>	Hidropsychidae <i>Leptonema</i>
		
Glossomatidae <i>Mortoniella</i>	Polycentropodidae <i>Polyplectropus</i>	
		

ORDEN HEMÍPTERA		
<p>Veliidae <i>Huseyella</i></p> 	<p>Veliidae <i>Rhagovelia</i></p> 	<p>Veliidae <i>Microvelia</i></p> 
<p>Naucoridae <i>Ambrysus</i></p> 	<p>Herbridae <i>Herbrus</i></p> 	

ORDEN COLEÓPTERA		
<p>Gyrinidae <i>Gyretes (adulto)</i></p> 	<p>Ptilodactylidae <i>Anchytarsus</i></p> 	<p>Psephenidae <i>Psephenops</i></p> 

ORDEN COLEÓPTERA		
<p>Elmidae <i>Cylloepus</i></p> 	<p>Elmidae <i>Heterelmis</i></p> 	<p>Elmidae <i>Stenelmis</i></p> 
<p>Elmidae <i>Macrelmis</i></p> 	<p>Elmidae <i>Pseudodisersus</i></p> 	<p>Staphylinidae <i>Genero sin confirmar</i></p> 
<p>Hydrophilidae <i>Tropisternus</i></p> 		

ORDEN EPHEMEROPTERA		
<p>Baetidae <i>Moribaetis</i></p> 	<p>Baetidae <i>Baetodes</i></p> 	<p>Baetidae <i>Dactylobaetis</i></p> 

ORDEN EPHEMEROPTERA

Baetidae <i>Callibaetis</i>	Leptophlebiidae <i>Thraulodes</i>	Leptophlebiidae <i>Terpides</i>
		
Oligoneuridae <i>Lachlania</i>	Tricorythidae <i>Tricorythodes</i>	Tricorythidae <i>Leptohyphes</i>
		

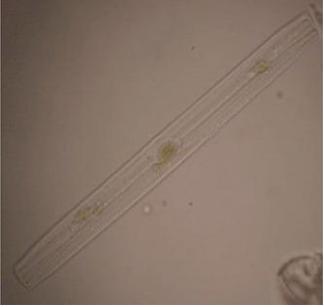
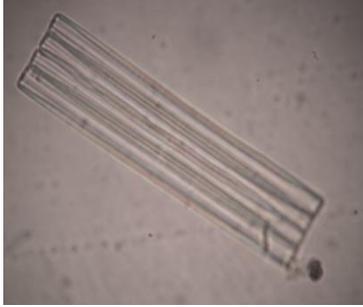
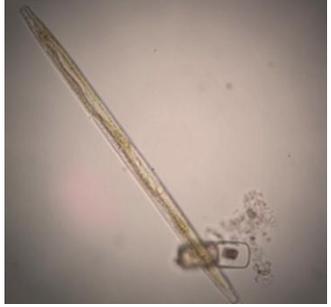
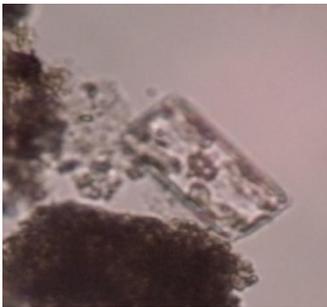
ORDEN DÍPTERA

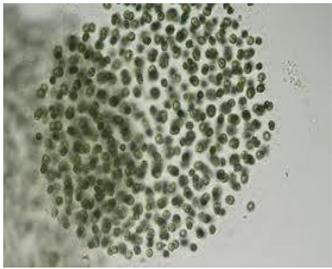
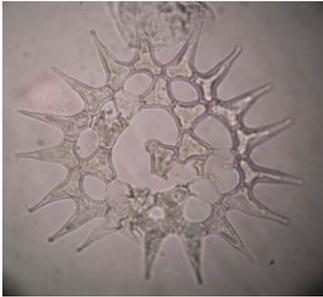
Blephariceridae <i>Limnicola</i>	Tipulidae <i>Molophilus</i>	Tipulidae <i>Hexatoma</i>
		

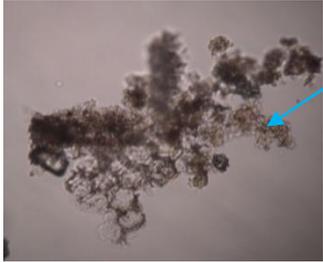
ORDEN ODONATA		ORDEN PLECÓPTERA
Polythoridae <i>Polythore</i>	Saldidae <i>Micracanthia humilis</i>	Perlidae <i>Anacroneuria</i>
		

ORDEN ARACNEAE		ORDEN SILURIFORMES
Aracnidae		Astroblepidae <i>Astroblepus</i>
		

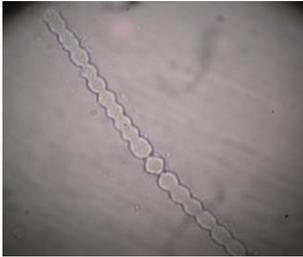
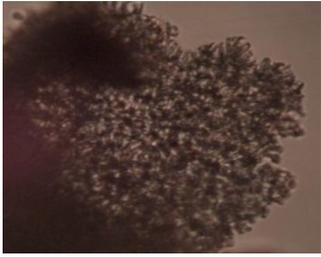
ANEXO 8: FITOPLANCTON RECONOCIDO

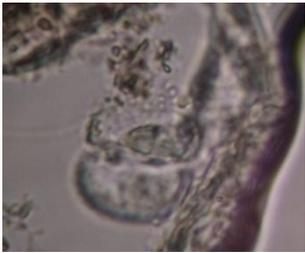
ORDEN FRAGILARIALES		
Fragilariaceae <i>Fragilaria</i>	Fragilariaceae <i>Fragilaria capusina</i>	Fragilariaceae <i>Synedra</i>
		
Fragilariaceae <i>Ceratoneis</i>	Fragilariaceae <i>Diatoma</i>	
		

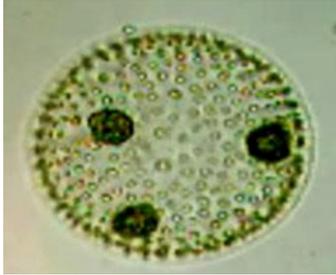
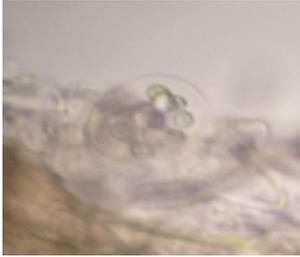
ORDEN CHROOCOCCALES		
Microcystaceae <i>Microcystis</i>	Hidrodictyaceae <i>Pediastrum</i>	Scenedesmaceae <i>Scenedesmus</i>
		

ORDEN CHROOCOCCALES		
<p>Chroococcaceae <i>Chroococcus</i></p> 	<p>Scenedesmaceae <i>Actinastrum</i></p> 	<p>Oocystaceae <i>Tetrahedron</i></p> 
<p>Hidrochococcaceae <i>Hydrococcuscesatii</i></p> 	<p>Gomphosphaeriaceae <i>Gomphosphaeria</i></p> 	

ORDEN OSCILLATORIALES		
<p>Phormidiaceae <i>Arthrospira</i></p> 	<p>Oscillatoraceae <i>Oscillatoria</i></p> 	<p>Oscillatoriaceae <i>Lyngbya</i></p> 

ORDEN NOSTOCALES		
Nostocaceae <i>Anabaena</i>	Rivulariaceae <i>Calothrix</i>	Nostocaceae <i>Nostoc</i>
		
	Scytonemaceae <i>Plectonema</i>	
		

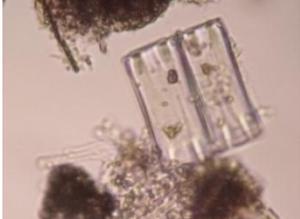
ORDEN ZYGNEMATALES		
Zygnemataceae <i>Spirogyra</i>	Zygnemataceae <i>Spirogyramargaritata</i>	Zygnemataceae <i>Spirogyra setiformis</i>
		
Desmidiaceae <i>Cosmarium</i>	Desmidiaceae <i>Staurastrum</i>	
		

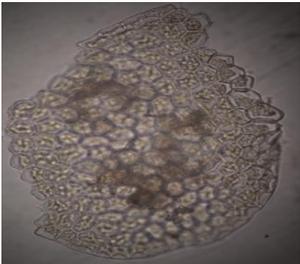
ORDEN VOLVOCALES		
Volvocaceae <i>Volvox</i>	Volvocaceae <i>Pandorina</i>	Chlamydomonadaceae <i>Chlamydomona</i>
		

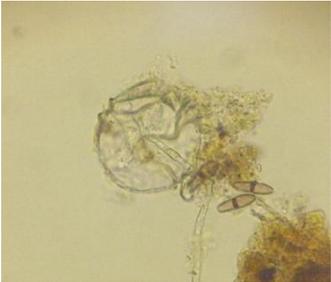
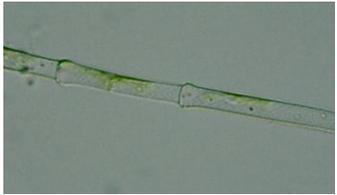
ORDEN CYMBELLALES	
Cymbellaceae <i>Cymbella</i>	Gomphonemataeae <i>Gomphonema</i>
	

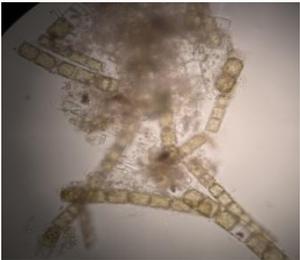
ORDEN ACHNANTHALES	
Achnanthaceae <i>Achnanthes</i>	Cocconeidaceae <i>Cocconeis</i>
	

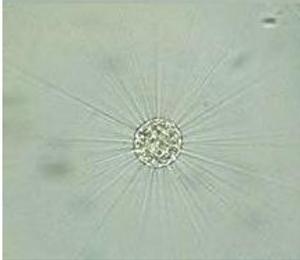
ORDEN DESMIDIALES		
Desmidiaceae <i>Tetmemorus</i>	Desmidiaceae <i>Euastrum</i>	Desmidiaceae <i>Arthrodesmus</i>
		
	Closteriaceae <i>Closterium</i>	
		

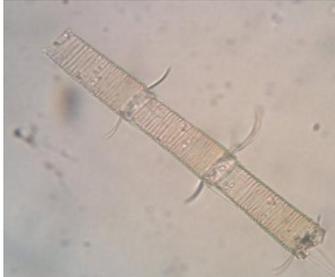
ORDEN EUNOTIALES	ORDEN TABELLARIALES	ORDEN PENNALES
Eunotiaceae <i>Eunotia</i>	Tabellariaceae <i>Tabellaria</i>	Tzschiaaceae <i>Hantzschia</i>
		

ORDEN CHAETOPHORALES	ORDEN COLEOCHAETALES	ORDEN SPHAEROPLEALES
Chaetophoraceae <i>Stigeoclonium</i>	Coleochaetaeae <i>Coleochaete</i>	Selenastraceae <i>Ankistrodesmus</i>
		

ORDEN PERIDINIALES	ORDEN BACILLARIALES	ORDEN OEDOGONIALES
Peridiniaceae <i>Peridinium</i>	Bacillariaceae <i>Nitzschia</i>	Oodogoniaceae <i>Oedogonium</i>
		

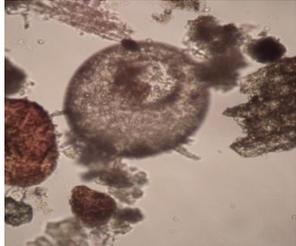
ORDEN MEROSIRIALES	ORDEN CHLORELLALES	ORDEN CLADOPHORALES
Melosiraceae <i>Melosira</i>	Chlorellaceae <i>Chlorella</i>	Cladopharaceae <i>Cladophora fracta</i>
		

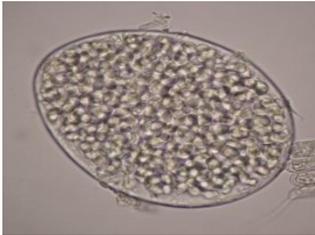
ORDEN THALASSIOSIRALES	ORDEN PSEUDANABAENALES	ORDEN ACTINOPHRYDA
Stephanodiscaceae <i>Cyclotella</i>	Pseudanabaenaceae <i>Pseudanabaenamucicola</i>	Actinophrydae <i>Actinophrys</i>
		

ORDEN SYNECHOCOCCALES	ORDEN TRICERATIALES	ORDEN CENTRALES
Merismopediaceae <i>Eucapsis</i>	Plagiogrammaceae <i>Plagiogramma</i>	Chaetocerotaceae <i>Chaetoceros</i>
		

ORDEN NAVICULALES	ORDEN SURIPELLALES
Naviculaceae <i>Navicula</i>	Suriellaceae <i>Surirella angustata</i>
	

ANEXO 9: ZOOPLANCTON RECONOCIDO

ORDEN ARCELLINIDA		
Diffugiidae <i>Diffugia</i>	Arcellidae <i>Arcella</i>	Centropxyidae Centropxyis
		

ORDEN EUGLENALES		
Euglenaceae <i>Trachelomonas oblonga</i>	Euglenaceae <i>Phacus</i>	Euglenaceae <i>Euglena pellicle</i>
		

ORDEN MONHYSTERIDA	ORDEN PLOIMA
Monhysteridae <i>Monhysterasimilis</i>	Lecanidae <i>Lecane</i>
	