



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE
QUEVEDO**

UNIDAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE

Tesis Previa la obtención del Grado Académico de Magister en Desarrollo y Medio Ambiente.

TEMA:

**ACCIONES ANTROPOGÉNICAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA NORTE DE
LA REPRESA BABA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AGUA. AÑO
2012. PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL**

AUTOR:

ING. OSCAR OSWALDO PRIETO BENAVIDES

DIRECTORA:

Blga. OLGA QUEVEDO PINOS M.Sc.

QUEVEDO – ECUADOR

2013



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

UNIDAD DE POSGRADO

MAESTRÍA EN DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE

Tesis Previa la obtención del Grado Académico de Magister en Desarrollo y Medio Ambiente.

TEMA:

**ACCIONES ANTROPOGÉNICAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA NORTE DE
LA REPRESA BABA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AGUA. AÑO
2012. PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL**

AUTOR:

ING. OSCAR OSWALDO PRIETO BENAVIDES

DIRECTORA:

Blga. OLGA QUEVEDO PINOS M.Sc.

QUEVEDO – ECUADOR

2013

CERTIFICACIÓN

La suscrita certifica que la tesis para la obtención del Grado Académico de Magister en Desarrollo y Medio Ambiente, titulado “**ACCIONES ANTROPOGÉNICAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AGUA. AÑO 2012. PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL**” del Ing. Oscar Oswaldo Prieto Benavides, ha sido revisado en todos sus componentes por lo que se autoriza su presentación formal ante el tribunal respectivo.

Quevedo, 14 de mayo del 2013.

BLGA. OLGA QUEVEDO PINOS, M.SC.

DIRECTORA

AUTORÍA

Ing. For. Oscar Oswaldo Prieto Benavides en calidad de Autor doy fé a la veracidad de la información detallada en la presente tesis y asumo la responsabilidad del mismo.

La investigación, los resultados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ing. For. Oscar Oswaldo Prieto Benavides

Quevedo, 14 de mayo del 2013.

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo va dedicado a ti mi DIOS, que me diste la oportunidad de vivir y regalarme una familia maravillosa.

Para ti amada hija Camila Prieto Alcívar, sin duda alguna eres mi mayor fuerza de inspiración, mi motor y motivo para seguir siempre adelante.

Con todo el amor del mundo también esto es para ti Lisseth Alcívar, Solo tú adorada esposa me acompañaste cuando a veces sentía que todos se alejaban de mí, y a pesar de que el camino fue largo y duro, siempre estuviste a mi lado, y por eso te doy las gracias amor mío, no hay nadie en el mundo que podría ocupar tu lugar, eres la mujer perfecta para mí.

Con mucho cariño especialmente a mis padres Olga Benavides y José Prieto, que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento, sin su apoyo incondicional este logro no sería posible.

Para mis hermanos Pedro, Maritza, Alexandra, Wilfrido e Iván. Sin duda alguna todos han sido parte fundamental en los logros que he alcanzado, esto también va dedicado a ustedes y en especial a mi hermano Willy, al cual admiro tanto y a pesar de la distancia siempre ha estado conmigo.

También dedico este trabajo a mis familiares y amigos con mucho cariño...

Oscar Prieto Benavides

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud eterna a ti mi Dios todo poderoso por las incontables bendiciones que he recibido, sin tu ayuda este proyecto no hubiese sido posible culminarlo.

A mi esposa e hija por todo el apoyo emocional brindado durante el tiempo de mis estudios en la Unidad de Posgrado.

A toda mi familia en especial a mis padres y hermanos, gracias por haber estado conmigo siempre.

A mis amigos y compañeros de clase, en especial al grupo consolidado que formamos para la realización de tareas (Carlos y Daniel Pazmiño, Ronald Villamar, Washington Mora, Wiston Morales, Renato Baque, entre otros).

Un agradecimiento muy especial a la Blga. Olga Quevedo Pinos, por su dedicación y sus sabios consejos como Directora en la consecución de este proyecto investigativo.

A todos los docentes de la Maestría en Desarrollo y Medio Ambiente que de una u otra manera colaboraron para que este proyecto se cristalice.

Finalmente quiero agradecer a mis amigos Franklin (Jery) Ibarra, Javier Cedeño, Iván Morales, Jorge Contreras, Freddy Sabando, Daniel Vera, Kike Liu-bá y Henry Nieto que de una u otra forma colaboraron con la realización de este proyecto.

Oscar Prieto Benavídes

PRÓLOGO

La calidad del agua potable es una cuestión que preocupa en países de todo el mundo, en desarrollo y desarrollados, principalmente por su repercusión en la salud de la población y el daño a los ecosistemas. Son factores de riesgo los agentes infecciosos, los productos químicos tóxicos, y la contaminación radiológica, estas actividades antropogénicas han provocado que se pierdan un sinnúmero de vidas a nivel mundial.

La presente investigación, afronta un tema de vital importancia para la comunidad que habita en las cercanías de la zona norte del Proyecto Multipropósito Baba, en la llamada zona de influencia, la investigación realizada en sus aguas permite dar una valoración más precisa sobre el estado actual de su calidad, ya que en esta zona aparte del consumo del agua de sus habitantes, se desarrollan también actividades agrícolas y pesca. El desarrollo de esta tesis ha sido muy importante, ya que se puede apreciar la diversidad que tienen los ríos en el Litoral ecuatoriano y también visualizar la incesante degradación que sufren, que en lugar de aumentar su caudal río abajo, su caudal disminuye o desaparece y causes que estén llenos de basura.

No sabemos cuántas especies acuáticas han desaparecido ni las que existen actualmente, y el conocimiento de cómo funcionan los ríos es incipiente y por lo tanto tampoco sabemos cómo restaurarlos y protegerlos. Esta tesis nace de la necesidad de comprender que pasa en este río con todas las acciones que provoca el ser humano que causan deterioro, y es tan solo una pequeña parte de todo lo que nos queda por estudiar y entender de los ríos del Litoral ecuatoriano. Es muy importante que los ciudadanos asuman la responsabilidad de cuidar los ríos y esto se logra de una manera conjunta y adecuada, sino se realiza de una manera correcta en muy poco tiempo será irreversible. Con todo lo expuesto invito a los lectores e investigadores a sacar su propio criterio leyendo este trabajo investigativo.

José Nieto Rodríguez Ph.D.

Académico Facultad de Ciencias Ambientales (U.T.E.Q)

RESUMEN EJECUTIVO

En este estudio se evaluó que actividades antropógenicas desarrolladas en la zona de influencia norte de La Represa Baba afectan la calidad de sus aguas, para la evaluación de la calidad del agua se empleó los índices BMWP-CO y ETP, que fueron empleados en base a la identificación de los macroinvertebrados acuáticos presentes en la zona de estudio, así como también se realizaron análisis físico-químico del agua y se aplicó encuestas para conocer la apreciación de los moradores del sector. El resultado de la aplicación de los índices de calidad de agua BMWP-CO y ETP demuestran que el agua de la zona de influencia norte de La Represa Baba se encuentra de regular a mala, es decir contaminada, donde habitan mayor cantidad de especímenes que aceptan contaminantes. Se encontraron un total de 3190 especímenes pertenecientes a seis órdenes y nueve familias en las 6 estaciones de muestreo que se identificaron previamente en el sector. Las 24 encuestas que se aplicaron a los moradores del sector mostraron evidencias de contaminación, un gran porcentaje observa habitualmente que se desarrollan actividades dañinas como: Fumigación aérea y terrestre, lavado de bombas de fumigar y pesticidas, etc. En lo que respecta a los análisis físico-químico realizados en la zona de estudio Oxígeno disuelto, Demanda Biológica de oxígeno (DBO) Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST), todos se encuentran fuera de los límites máximos permisibles para una buena calidad del agua excepto SST.

ABSTRACT

In this study was evaluated the anthropogenic activities developed in the northern hinterland Baba Dam affect water quality, for the evaluation of water quality indices were used BMWP-CO and ETP, that were employed on the basis of identifying aquatic macroinvertebrates present in the study area and also physical-chemical analyzes of water and applied surveys for the assessment of the residents of the sector. The result of the application of water quality indices and ETP BMWP-CO show that the water in the northern hinterland Baba Dam is fair to poor, that is contaminated, home to as many specimens that accept contaminants. It was found a total of 3190 specimens belonging to 6 orders and 9 families in the 6 sampling stations were previously identified in the sector. The 24 surveys that were applied to the residents of the sector showed that there is evidence of contamination, a large percentage usually observed that develop harmful activities such as air and ground fumigation, spray wash pumps and pesticides, etc.. With respect to physical and chemical analysis conducted in the study area Dissolved Oxygen, Biological Oxygen Demand (BOD) Chemical Oxygen Demand (COD) and Total Suspended Solids (TSS), all they are outside the maximum permissible for good water quality except SST.

ÍNDICE

	PÁG.
PORTADA	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
PRÓLOGO.....	vi
RESUMEN EJECUTIVO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	xix
CAPÍTULO I MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN.....	
1.1 UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	2
1.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA.....	2
1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.3.1 PROBLEMA GENERAL.....	3
1.3.2 PROBLEMAS DERIVADOS.....	4
1.4 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.5 OBJETIVOS.....	4
1.5.1 GENERAL.....	4
1.5.2 ESPECÍFICOS.....	4
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.7 CAMBIOS ESPERADOS CON LA INVESTIGACIÓN.....	5

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN.....	
2.1.	FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL..... 8
2.1.1.	CALIDAD DE AGUA 8
2.1.2	PARÁMETROS DE LA CALIDAD DEL AGUA..... 8
2.1.2.1	PARÁMETROS DE CALIDAD FÍSICA DEL AGUA..... 8
2.1.2.2	PARÁMETROS DE CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA..... 11
2.1.3	MACROINVERTEBRADOS..... 13
2.1.4	BIOINDICACIÓN..... 14
2.1.5	BIOINDICADORES..... 14
2.1.5.1	BACTERIAS..... 16
2.1.5.2	FITOPLANCTON..... 16
2.1.6	CONTAMINACIÓN ANTRÓPICA..... 17
2.2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA..... 18
2.2.1	ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL AGUA... 18
2.2.2	HÁBITAT Y NICHO ECOLÓGICO..... 19
2.2.3	ECOSISTEMA ACUÁTICO..... 20
2.2.4	DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS..... 20
2.2.4.1	HÁBITATS LÓTICOS..... 20
2.2.4.2	HÁBITATS LÉNTICOS..... 21
2.2.5	LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA..... 21
2.2.6	CARACTERÍSTICAS DE LOS ÓRDENES, CLASES Y FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA..... 24
2.2.6.1	ORDEN EPHEMEROPTERA..... 24
2.2.6.1.1	CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA..... 24
2.2.6.1.2	CARACTERÍSTICAS..... 25

2.2.6.1.3	BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA.....	25
2.2.6.1.4	NINFAS.....	26
2.2.6.1.5	ADULTOS.....	26
2.2.6.2	ORDEN PLECÓPTERA.....	27
2.2.6.2.1	CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA.....	27
2.2.6.2.2	CARACTERÍSTICAS.....	27
2.2.6.2.3	BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA.....	28
2.2.6.3	ORDEN TRICHOPTERA.....	28
2.2.6.3.1	CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA.....	28
2.2.6.3.2	CARACTERÍSTICAS.....	29
2.2.6.3.2.1	ADULTOS.....	29
2.2.6.3.2.2	LARVA.....	29
2.2.6.3.2.3	BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA.....	30
2.2.7	¿QUÉ ES EL MONITOREO Y PARA QUÉ SIRVE?.....	30
2.2.8	ÍNDICES BIÓTICOS.....	31
2.3	FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	33
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		
3.1	MÉTODOS Y TÉCNICAS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN...	37
3.1.1	MÉTODOS.....	37
3.1.1.1	INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA.....	37
3.1.1.2	MÉTODOS DE OBSERVACIÓN.....	37
3.1.1.3	METODOLOGÍA PARA TOMA DE MUESTRAS.....	37
3.1.1.4	METODOLOGÍA DE LABORATORIO.....	38
3.1.1.5	MÉTODO INDUCTIVO.....	38
3.1.1.6	MÉTODO DEDUCTIVO.....	38

3.1.1.7	MÉTODO DE ANÁLISIS.....	39
3.1.1.8	MÉTODOS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	39
3.1.1.9	INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	39
3.1.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	39
3.1.2.1	POBLACIÓN.....	39
3.1.2.2	MUESTRA.....	39
3.1.3	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	40
3.1.3.1	REGISTROS DE OBSERVACIÓN.....	40
3.1.3.2	CUADERNO DE NOTAS O DIARIO DE CAMPO Y LABORATORIO.....	40
3.1.3.3	MAPAS.....	40
3.1.3.4	RED SURBER.....	41
3.1.3.5	CÁMARA FOTOGRÁFICA.....	41
3.1.3.6	ESTEREOMICROSCOPIO.....	42
3.1.3.7	CÁMARA PARA MICROFOTOGRAFÍA.....	42
3.1.3.8	ÍNDICE EPT Y BMWP (Cr).....	42
3.1.3.9	CLAVES DE IDENTIFICACIÓN.....	42
3.1.3.10	ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DE LAS MUESTRAS.....	42
3.1.4	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	42
3.1.4.1	ENCUESTA.....	42
3.1.4.2	OBSERVACIÓN EN CAMPO.....	43
3.1.4.3	TOMA DE MUESTRAS CON RED SURBER.....	43
3.1.4.4	ANÁLISIS EN LABORATORIO.....	43
3.1.4.5	COMPARACIÓN CON CLAVES.....	43
3.1.4.6	ANÁLISIS EPT, ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD, OTROS ANÁLISIS CON BIOINDICADORES.....	43
3.2	CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE	44

	INVESTIGACIÓN.....	
3.3	ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO.....	44
3.4	RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	44
3.5	DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	45
3.6	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	45
3.7	CONSTRUCCIÓN DEL INFORME DE LA INVESTIGACIÓN.....	46
CAPÍTULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....		
4.1	ENUNCIADO DE LA HIPÓTESIS.....	48
4.1.1	HIPÓTESIS GENERAL.....	48
4.1.2	VARIABLE DEPENDIENTE.....	48
4.1.3	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	48
4.2	UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA PERTINENTE A CADA HIPÓTESIS.....	48
4.2.1	INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA.....	48
4.2.1.1	GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS QUE SE DESARROLLAN EN LA ZONA NORTE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA REPRESA BABA.....	49
4.2.1.2	RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS A LOS MORADORES DEL SECTOR.....	51
4.2.2	DINÁMICA POBLACIONAL Y RIQUEZA DE FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.....	60
4.2.3	RESULTADOS DEL MONITOREO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS APLICANDO ÍNDICES ETP Y BMWP-CO.....	62
4.2.4	RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA EN LOS PUNTOS DE MUESTREO.....	66
4.3.	DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN RELACIÓN A LA NATURALEZA DE LA HIPÓTESIS.....	67
4.4.	CONCLUSIÓN PARCIAL.....	69
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		

5.1.	CONCLUSIONES.....	72
5.2.	RECOMENDACIONES.....	73
CAPÍTULO VI PROPUESTA ALTERNATIVA.....		
6.1.	TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	75
6.2.	JUSTIFICACIÓN.....	75
6.3.	OBJETIVOS.....	76
6.3.1.	GENERAL.....	76
6.3.2.	ESPECÍFICOS.....	76
6.4.	IMPORTANCIA.....	76
6.5.	UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA.....	77
6.6.	FACTIBILIDAD.....	79
6.7.	PLAN DE TRABAJO.....	80
6.8.	ACTIVIDADES.....	81
6.9.	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PLAN.....	82
6.10.	RECURSOS.....	82
6.10.1.	HUMANOS.....	82
6.10.2	MATERIALES.....	83
6.10.3	INSTITUCIONALES.....	83
6.10.4	GASTOS FINANCIEROS.....	83
6.11	IMPACTO.....	84
6.12	EVALUACIÓN.....	84
6.13	CONTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD.....	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		86
ANEXOS.....		90

ÍNDICE DE CUADROS

		PÁG.
CUADRO 1	ESTACIONES DE MUESTREO EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA, UTEQ. 2013.....	40
CUADRO 2	GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA, UTEQ. 2013.....	50
CUADRO 3	DINÁMICA POBLACIONAL DE FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN 3 ESTACIONES DE MUESTREO EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA, UTEQ. 2013.....	61
CUADRO 4	RIQUEZA DE FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DISTRIBUIDAS EN VARIOS ÓRDENES EN LAS 6 ESTACIONES DE MUESTREO DE LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA, UTEQ. 2013.....	62
CUADRO 5	RESULTADOS DE APLICACIÓN DE ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ETP, EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA, UTEQ. 2013.....	63
CUADRO 6	CALIDAD DEL AGUA POR ÍNDICE SENSIBILIDAD, EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA, UTEQ. 2013.....	64
CUADRO 7	FRECUENCIA E ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA BMWP-CO, DE LAS FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA, UTEQ. 2013.....	65
CUADRO 8	ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS DEL AGUA DE LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA, UTEQ. 2013.....	66
CUADRO 9	PLAN DE TRABAJO A DESARROLLARSE, UTEQ. 2013.....	80
CUADRO 10	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PLAN, UTEQ. 2013.....	82
CUADRO 11	ANÁLISIS DE GASTOS FINANCIEROS EN LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL, UTEQ. 2013.....	83

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	PÁG.
GRÁFICO 1	MAPA DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA REPRESA BABA 41
GRÁFICO 2	CARACTERÍSTICA DE TURBIDEZ 51
GRÁFICO 3	CARACTERÍSTICA DE OLOR DEL AGUA..... 51
GRÁFICO 4	PRESENCIA DE BASURA Y ANIMALES MUERTOS..... 52
GRÁFICO 5	USO DE AGROQUÍMICOS EN LAS INMEDIACIONES DEL SECTOR..... 53
GRÁFICO 6	PORCENTAJE DE LA CALIDAD DEL AGUA SI ES APROPIADA PARA LA AGRICULTURA..... 54
GRÁFICO 7	PRINCIPALES ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN EL SECTOR..... 54
GRÁFICO 8	PRINCIPALES ACTIVIDADES QUE SE CONSIDERAN CONTAMINANTES DEL AGUA DEL RÍO..... 55
GRÁFICO 9	FRECUENCIA DE FUMIGACIONES AÉREAS Y TERRESTRES..... 56
GRÁFICO 10	PORCENTAJE DONDE REALIZA EL LAVADO DE SU ROPA..... 57
GRÁFICO 11	EN QUE SITIO LAVA SUS EQUIPOS..... 57
GRÁFICO 12	HA SUFRIDO ENFERMEDADES PROVOCADA POR AGUA DE RÍO..... 58
GRÁFICO 13	PORCENTAJE DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA..... 59
GRÁFICO 14	PORCENTAJE DE MEJORAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA..... 60
GRÁFICO 15	UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA..... 78

INTRODUCCIÓN

Aproximadamente 97% del agua del planeta es agua salina, presente en mares y océanos; apenas 3% del agua total es agua dulce (no salina) y de esa cantidad un poco más de dos terceras partes se encuentra congelada en los glaciares y casquetes helados en los polos y altas montañas. El agua constituye más del 80% del cuerpo de la mayoría de los organismos, e interviene en la mayor parte de los procesos metabólicos que se realizan en los seres vivos. Desempeña de forma especial un importante papel en la fotosíntesis de las plantas y, además, sirve de hábitat a una gran parte de los organismos.

En los últimos años el concepto de calidad de agua ha ido cambiando de un enfoque fisicoquímico a otro que integre todos los componentes del ecosistema. Los macroinvertebrados acuáticos se consideran actualmente como los mejores bioindicadores de la calidad del agua, debido a su tamaño, a amplia distribución y a su adaptación a diferentes variables físico bióticas. Se considera que un organismo es buen indicador de calidad de agua, cuando se encuentra invariablemente en un ecosistema de características definidas y cuando su población es superior al resto de los organismos con los que comparte el mismo hábitat. (Roldan 1999).

Por medio de estas investigaciones se busca evidenciar que los organismos que habitan el agua determinan los efectos de los impactos en el ecosistema acuático a través del tiempo.

La ubicación de la problemática de la presente investigación está en los cantones Buena Fé y Valencia en el norte del área de influencia de la Represa Baba, donde se examinará y analizará la calidad del agua de este sector, estos resultados nos permitirán informar a los pobladores y comunidad científica en general.

Entre los grupos de macroinvertebrados característicos de la región Litoral se encuentran los órdenes Ephemeroptera, Trichoptera, Odonata, Coleóptera, Díptera, Hemíptera, Lepidóptera, Molusca, Gastropoda y Molusca Bivalva estos proporcionan

excelentes señales sobre la calidad del agua, y, al usarlos en el biomonitoreo, se puede entender claramente el estado en que se encuentra, algunos de ellos requieren de agua de buena calidad para sobrevivir, otros en cambio, resisten, carecen y abundan cuando hay contaminantes (Roldan 1988).

La Tesis de Grado está estructurada en cinco Capítulos, que fueron: Marco Contextual, Marco Teórico, Metodología, Análisis e interpretación de resultados, Conclusiones, Recomendaciones y Propuesta Alternativa, además de las Referencias bibliográficas y Anexos.

En el Marco Contextual se describe la ubicación, contextualización y, situación actual de la problemática; el problema de investigación, su delimitación; los objetivos generales y específicos de la misma; la hipótesis, la justificación y, los cambios esperados con la investigación. En el Marco Teórico: se elaboraron las fundamentaciones conceptual, teórica y legal de la investigación.

A través del capítulo de la Metodología se describe el tipo y diseño del estudio; la población y muestra para las indagaciones; la operacionalización de las variables; los instrumentos y procedimientos de investigación; la recolección de la información y; el procesamiento y análisis de resultados. En el capítulo IV se reportan los resultados obtenidos a través de tablas, gráficos y figuras, en el capítulo V se observan las Conclusiones y Recomendaciones y por último en el capítulo VI se plantea la Propuesta Alternativa.

CAPÍTULO I

MARCO CONTEXTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. UBICACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

La Represa Baba está ubicada en los cantones Buena Fé y Valencia, el cantón Buena Fé se encuentra en la costa ecuatoriana, al norte de la Provincia de Los Ríos, posee alrededor de 50.000 habitantes. Esta ciudad tiene un gran potencial agropecuario, del cual viven la mayoría de sus habitantes, mientras que el cantón Valencia es uno de los cantones más jóvenes de la provincia de Los Ríos, segundo en extensión, con 971,9 Km², de tierra fértil para la producción agrícola. En la actualidad ha tenido un arduo y positivo desarrollo en todos los ámbitos, a lo largo y ancho de sus Parroquias y Recintos.

Si bien es cierto no todos los organismos acuáticos podrán ser tomados como bioindicadores, las adaptaciones evolutivas a diferentes condiciones ambientales y límites de tolerancia a una determinada alteración dan las características a ciertos grupos que podrán ser considerados como organismos sensibles (*Ephemeroptera*, *Plecoptera* y *Trichoptera*) por no soportar variaciones en la calidad del agua, mientras que organismos tolerantes (*Chironómidae*, *Oligoquetos*), son característicos de agua contaminada por materia orgánica (Roldán, 1999). Cuando los parámetros son críticos los organismos sensibles mueren y su lugar es ocupado por los organismos tolerantes (Alba-Tercedor, 1996, citado por Giacometi y Bersosa, 2006). De tal forma que los cambios de la estructura y composición de las comunidades bióticas puede ser utilizada para identificar y evaluar los grados de contaminación de un ecosistema acuático (Giacometi y Bersosa, 2006). Existen diferentes protocolos de bioindicadores que se han adaptado a nuestro medio como son BMWP-Co, Alpha, ETP, Quironomidos.

1.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PROBLEMÁTICA

El concepto de calidad de agua, debería ser integral, es decir, no verlo solamente desde un enfoque físico-químico sino desde otro que integre todos los componentes del ecosistema, considerando también que otros factores como los climáticos, geográficos y simbióticos influyen en la distribución y crecimiento de las especies y no solamente la contaminación antrópica.

Considerando la importancia que el recurso agua tiene, se debería ejecutar un monitoreo periódico de las vertientes y ríos lo que significa que el estado debería asignar un presupuesto permanente, para análisis físico-químicos; sin embargo se podría recurrir a algunos métodos biológicos para la evaluación de la calidad de agua, que resultan ser más económicos, con gran nivel de sensibilidad y de fácil aplicación, como es el caso del uso de macroinvertebrados acuáticos.

El uso de bioindicadores se está proponiendo como una nueva herramienta para conocer la calidad del agua, esto no quiere decir que desplace al método tradicional de los análisis fisicoquímicos. Su uso simplifica en gran medida las actividades de campo y laboratorio, ya que su aplicación solo requiere de la identificación y cuantificación de los organismos basándose en índices de diversidad ajustados a intervalos que califican la calidad del agua.

El proyecto multipropósito Baba, geográficamente se encuentra aguas abajo de la confluencia de los ríos Baba y Toachi, en los cantones Buena Fé y Valencia de la Provincia de Los Ríos. Cerca al proyecto se encuentra asentamientos humanos como: Patricia Pilar, Poza Honda, La Ceiba entre otros. El área propuesta para el estudio es la parte alta del río, es decir antes de la construcción de la Represa Baba se encuentra con mayor perturbación por actividades antrópicas que en la parte baja, en vista que los

poblados más grandes se acentúan en esta zona y por ende al existir mayor población humana, mayor será la contaminación antropogénica.

1.3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el impacto de las acciones antropogénicas en el área norte de la Represa Baba sobre la calidad del agua?

1.3.2. Problemas derivados

¿Cuáles son los bioindicadores de la calidad del agua de la Represa Baba?

¿Cuál es la composición taxonómica de los insectos acuáticos?

¿Cuál es el nivel de afectación de la calidad del agua por consecuencia de las actividades antropogénicas?

1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

CAMPO:	MEDIO AMBIENTAL
ÁREA:	CONTAMINACIÓN Y CALIDAD DEL AGUA
ASPECTO:	INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA.
SECTOR:	CANTÓN BUENA FÉ - VALENCIA
TIEMPO:	OCTUBRE 2012 – MARZO 2013

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. General

EVALUAR LAS ACCIONES ANTROPÓGENICAS Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AGUA EN UN TRAMO DEL NORTE DE LA REPRESA BABA.

1.5.2. ESPECÍFICOS

1. IDENTIFICAR LAS ACCIONES ANTROPOGÉNICAS QUE SE DESARROLLAN EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA Y QUE INCIDEN EN LA CALIDAD DE SUS AGUAS.
2. EVALUAR LA DINÁMICA POBLACIONAL Y APLICAR ÍNDICES PARAMÉTRICOS DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA A TRAVÉS DE LAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS HASTA EL NIVEL TAXONÓMICO DE FAMILIA.
3. DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA DE LA ZONA NORTE DE LA REPRESA BABA MEDIANTE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS.
4. ELABORAR UN PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL UTILIZANDO MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS.

1.6. JUSTIFICACIÓN

EN LA ACTUALIDAD SON MUCHOS LOS PROBLEMAS QUE AQUEJAN AL AMBIENTE, ENTRE ELLOS ESTÁN LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE, SUELO Y AGUA TRES ELEMENTOS PRIMORDIALES PARA EL DESARROLLO DE LA VIDA. ALGUNAS DE LAS CAUSAS QUE GENERAN DICHOS PROBLEMAS INCLUYEN LA EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y LA EXCESIVA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS EN LOS CENTROS DE POBLACIÓN ALREDEDOR DEL MUNDO. UNA GRAN PARTE DE ESTOS RESIDUOS SON ENVIADOS A DISPOSICIÓN DE RELLENOS SANITARIOS, MIENTRAS QUE OTRA PARTE ES

ENVIADA SIN NINGÚN CONTROL A MARES, RÍOS Y SUELOS PRODUCIENDO SU CONTAMINACIÓN.

CON EL TRANSCURSO DE LOS AÑOS, HA RESULTADO ALARMANTE OBSERVAR COMO LA CONTAMINACIÓN DE LOS RÍOS, DEBIDO A LAS ACTIVIDADES MINERAS, AEROFUMIGACIONES, DESCARGAS ANTROPOGÉNICAS, ETC. SE HA IDO INCREMENTANDO Y LOS CAUDALES DISMINUYENDO, POR LA POCA CAPACIDAD DE RETENCIÓN DE LOS MISMOS A CAUSA DE LA PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL EN LAS MÁRGENES.

AL RECORRER POR LA ZONA NORTE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA REPRESA BABA SE OBSERVÓ LAS DIFERENTES ACTIVIDADES ANTRÓPICAS COMO LA EXPLOTACIÓN MINERA, EL USO DE PESTICIDAS EN LAS INMEDIACIONES DE ESTA ZONA, ETC. QUE SE DESARROLLAN EN EL MARGEN DEL RÍO Y QUE PUEDEN ESTAR AFECTANDO LA SALUD DEL MISMO Y DE LAS POBLACIONES RIO ABAJO, ESTO DESPERTÓ EL INTERÉS DE INVESTIGAR CUAL ES LA AFECTACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE ESTA ZONA E IDENTIFICAR QUE ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR EL HOMBRE SON LAS MÁS CONTAMINANTES.

1.7. CAMBIOS ESPERADOS CON LA INVESTIGACIÓN

LOS PRINCIPALES CAMBIOS QUE SE ESPERA OCURRIRÁN CON LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA A OBTENER, ASÍ COMO CON LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA A ELABORAR, LOS CUALES SE PRESENTAN A CONTINUACIÓN:

- LAS ACCIONES ANTROPOGÉNICAS QUE SE DESARROLLAN EN LA ZONA DE INFLUENCIA DE LA REPRESA BABA Y QUE TENDRÍAN INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE SUS AGUAS, QUEDARÁN IDENTIFICADAS.
- CONOCIDA LA FAUNA ACUÁTICA ASOCIADA A LA ZONA NORTE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA REPRESA BABA.
- LA CALIDAD DEL AGUA DE LA ZONA NORTE DEL ÁREA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA QUEDARÁ DETERMINADA.

- DISEÑADA UNA PROPUESTA DE MITIGACIÓN AMBIENTAL CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL

2.1.1. CALIDAD DE AGUA

EL CONCEPTO DE CALIDAD DEL AGUA ES USADO PARA DESCRIBIR LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y BIOLÓGICAS DEL AGUA. LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEPENDE DEL USO QUE SE LE VA A DAR. NO BASTA CON DECIR: "ESTA AGUA ESTÁ BUENA," O "ESTA AGUA ESTÁ MALA", AGUA APROPIADA PARA RIEGO DE JARDINES PUEDE NO SER DE BUENA CALIDAD PARA AGUA POTABLE. LOS CUERPOS DE AGUA RÍOS, LAGOS, LAGUNAS, ACUÍFEROS, ETC., QUE SE CONSTITUYEN COMO SUMINISTROS NATURALES DE AGUA NO SON PUROS EN EL SENTIDO DE CARECER DE PRODUCTOS QUÍMICOS DISUELTOS COMO SUCEDERÍA CON EL AGUA DESTILADA, DESIONIZADA (BLANCO Y HERNÁNDEZ, 2005).

EL CONCEPTO DE CALIDAD SE DEBE TOMAR DE UNA MANERA INTEGRAL, YA QUE COMÚNMENTE SE REALIZAN SOLAMENTE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO PARA DETERMINAR SU CALIDAD, DEJANDO DE LADO LAS CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS QUE INVOLUCRAN LA PRESENCIA DE UN SINNÚMERO DE ORGANISMOS QUE SON BIOINDICADORES.

2.1.2. PARÁMETROS DE LA CALIDAD DEL AGUA

SEGÚN ZHEN-WU (2009), LOS PARÁMETROS DE LA CALIDAD DEL AGUA A EVALUAR GUARDAN RELACIÓN CON LOS CONTAMINANTES POTENCIALES, QUE PUEDEN ESTAR PRESENTES EN EL AGUA SUPERFICIAL DE LA MICROCUENCA EN ESTUDIO, Y EL USO DE LA MISMA. EXISTEN VARIOS TIPOS DE PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA, ENTRE ELLOS ESTÁN LOS FÍSICOS Y QUÍMICOS.

2.1.2.1. PARÁMETROS DE CALIDAD FÍSICA DEL AGUA

LOS PARÁMETROS FÍSICOS PERMITEN DETERMINAR CUALITATIVAMENTE EL ESTADO Y TIPO DEL AGUA, ENTRE ELLOS TENEMOS:

- **COLOR:** EXISTEN DOS TIPOS DE COLOR, EL VERDADERO Y APARENTE, EL PRIMERO ES EL QUE SE DEBE A LAS SUSTANCIAS DISUELTAS UNA VEZ ELIMINADA LA TURBIEDAD. EL SEGUNDO ES EL QUE RESULTA DE LAS SUSTANCIAS DISUELTAS COMO LAS MATERIAS EN SUSPENSIÓN POR EJEMPLO (ZHEN-WU, 2009). EN TODO CASO EL COLOR CONSTITUYE UN ASPECTO IMPORTANTE EN TÉRMINOS DE CONSIDERACIONES ESTÉTICAS. LOS EFECTOS DEL COLOR EN LA VIDA ACUÁTICA SE CENTRAN PRINCIPALMENTE EN AQUELLOS DERIVADOS DE LA DISMINUCIÓN DE LA TRANSPARENCIA, ES DECIR QUE, ADEMÁS DE ENTORPECER LA VISIÓN DE LOS PECES, PROVOCA UN EFECTO BARRERA A LA LUZ SOLAR, TRADUCIDO EN LA REDUCCIÓN DE LOS PROCESOS FOTOSINTÉTICOS EN EL FITOPLANCTON ASÍ COMO UNA RESTRICCIÓN DE LA ZONA DE CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS ACUÁTICAS.
- **OLOR:** GENERALMENTE LOS OLORES SON PRODUCIDOS POR SUSTANCIAS VOLÁTILES (COV's) O GASEOSAS (H₂S, NH₃, ETC.), Y SUELEN SER DEBIDOS A MATERIA ORGÁNICA EN DESCOMPOSICIÓN O PRODUCTOS QUÍMICOS PRODUCIDOS O EMPLEADOS EN LA INDUSTRIA Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. EL OLOR SE DETERMINA POR SUCEASIVAS DILUCIONES DE LA MUESTRA ORIGINAL CON AGUA INODORA, HASTA QUE ES INDETECTABLE (UMBRAL DE PERCEPCIÓN), SIENDO UN ENSAYO MUY SUBJETIVO Y DE ESCASA REPRODUCIBILIDAD (AZNAR, 2000).
- **TURBIDEZ:** SEGÚN BLANCO Y HERNÁNDEZ (2005), ES UNA MEDIDA DE LA DISPERSIÓN DE LA LUZ POR EL AGUA COMO CONSECUENCIA DE LA PRESENCIA EN LA MISMA DE MATERIALES SUSPENDIDOS COLOIDALES Y/O PARTICULADOS. LA PRESENCIA DE MATERIA SUSPENDIDA EN EL AGUA PUEDE INDICAR UN CAMBIO EN SU CALIDAD (POR EJEMPLO, CONTAMINACIÓN POR MICROORGANISMOS) Y/O LA PRESENCIA DE SUSTANCIAS INORGÁNICAS FINAMENTE DIVIDIDAS (ARENA, FANGO, ARCILLA) O DE MATERIALES ORGÁNICOS. LA TURBIDEZ ES UN FACTOR AMBIENTAL IMPORTANTE EN LAS AGUAS NATURALES, Y AFECTA AL ECOSISTEMA YA QUE LA ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA DEPENDE EN GRAN MEDIDA DE LA PENETRACIÓN DE LA LUZ. LAS AGUAS TURBIAS TIENEN, POR SUPUESTO, UNA ACTIVIDAD FOTOSINTÉTICA MÁS DÉBIL, LO QUE AFECTA A LA PRODUCCIÓN DE FITOPLANCTON Y TAMBIÉN A LA DINÁMICA DEL SISTEMA.

- **TEMPERATURA:** LA TEMPERATURA DEL AGUA TIENE UNA GRAN IMPORTANCIA EN EL DESARROLLO DE LOS DIVERSOS PROCESOS QUE EN ELLA SE REALIZAN, DE FORMA QUE UN AUMENTO DE LA TEMPERATURA MODIFICA LA SOLUBILIDAD DE LAS SUSTANCIAS, AUMENTANDO LA DE LOS SÓLIDOS DISUELTOS Y DISMINUYENDO LA DE LOS GASES. LA ACTIVIDAD BIOLÓGICA APROXIMADAMENTE SE DUPLICA CADA DIEZ GRADOS (LEY DEL Q10), AUNQUE SUPERADO UN CIERTO VALOR CARACTERÍSTICO DE CADA ESPECIE VIVA, TIENE EFECTOS LETALES PARA LOS ORGANISMOS. UN AUMENTO ANORMAL (POR CAUSAS NO CLIMÁTICAS) DE LA TEMPERATURA DEL AGUA, SUELE TENER SU ORIGEN EN EL VERTIDO DE AGUAS UTILIZADAS EN PROCESOS INDUSTRIALES DE INTERCAMBIO DE CALOR. LA TEMPERATURA SE DETERMINA MEDIANTE TERMOMETRÍA REALIZADA “IN SITU” (BLANCO Y HERNÁNDEZ, 2005).
- **CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE):** EL AGUA PURA SE COMPORTA COMO AISLANTE ELÉCTRICO, SIENDO LAS SUSTANCIAS EN ELLA DISUELTAS LAS QUE PROPORCIONAN AL AGUA LA CAPACIDAD DE CONDUCIR LA CORRIENTE ELÉCTRICA. SE DETERMINA MEDIANTE ELECTROMETRÍA CON UN ELECTRODO CONDUCTIMÉTRICO, EXPRESÁNDOSE EL RESULTADO EN MICROSIEMENS CM-1 (mS CM-1). ES UNA MEDIDA INDIRECTA DE LA CANTIDAD DE SÓLIDOS DISUELTOS ESTANDO RELACIONADOS AMBOS MEDIANTE LA EXPRESIÓN EMPÍRICA (HAKANSON *ET AL.*, 2000). LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE UNA SOLUCIÓN ES UNA MEDIDA DE LA CAPACIDAD DE LA MISMA PARA TRANSPORTAR LA CORRIENTE ELÉCTRICA Y PERMITE CONOCER LA CONCENTRACIÓN DE ESPECIES IÓNICAS PRESENTES EN EL AGUA. COMO LA CONTRIBUCIÓN DE CADA ESPECIE IÓNICA A LA CONDUCTIVIDAD ES DIFERENTE, SU MEDIDA DA UN VALOR QUE NO ESTÁ RELACIONADO DE MANERA SENCILLA CON EL NÚMERO TOTAL DE IONES EN SOLUCIÓN.
- **SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (STD):** ES UNA MEDIDA DE CANTIDAD DE SÓLIDOS DESPUÉS DE SER EVAPORADO LA FASE ACUOSA A UNA TEMPERATURA SUPERIOR A 100 °C, SE DETERMINAN POR MEDIO DE LA GRAVIMETRÍA (HAKANSON *ET AL.*, 2000). DE FORMA GENÉRICA SE PUEDE DENOMINAR SÓLIDOS A TODOS AQUELLOS ELEMENTOS O COMPUESTOS PRESENTES EN EL AGUA QUE NO SON AGUA NI GASES. ATENDIENDO A ESTA DEFINICIÓN SE PUEDEN CLASIFICAR EN DOS GRUPOS: DISUELTOS Y EN

SUSPENSIÓN. EN CADA UNO DE ELLOS, A SU VEZ, SE PUEDEN DIFERENCIAR LOS SÓLIDOS VOLÁTILES Y LOS NO VOLÁTILES. LA MEDIDA DE SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (STD) ES UN ÍNDICE DE LA CANTIDAD DE SUSTANCIAS DISUELTAS EN EL AGUA, Y PROPORCIONA UNA INDICACIÓN GENERAL DE LA CALIDAD QUÍMICA. STD ES DEFINIDO ANALÍTICAMENTE COMO RESIDUO FILTRABLE TOTAL (EN MG/L). LOS PRINCIPALES ANIONES INORGÁNICOS DISUELTOS EN EL AGUA SON CARBONATOS, BICARBONATOS, CLORUROS, SULFATOS, FOSFATOS Y NITRATOS. LOS PRINCIPALES CATIONES SON CALCIO, MAGNESIO, SODIO, POTASIO, AMONIO, ETC.

POR OTRA PARTE, EL TÉRMINO SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN, ES DESCRIPTIVO DE LA MATERIA ORGÁNICA E INORGÁNICA PARTICULADA EXISTENTE EN EL AGUA (ACEITES, GRASAS, ARCILLAS, ARENAS, FANGOS, ETC.). LA PRESENCIA DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN PARTICIPA EN EL DESARROLLO DE LA TURBIDEZ Y EL COLOR DEL AGUA, MIENTRAS QUE LA DE SÓLIDOS DISUELTOS DETERMINA LA SALINIDAD DEL MEDIO, Y EN CONSECUENCIA LA CONDUCTIVIDAD DEL MISMO. POR ÚLTIMO, LA DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS VOLÁTILES CONSTITUYE UNA MEDIDA APROXIMADA DE LA MATERIA ORGÁNICA, YA QUE A LA TEMPERATURA DEL MÉTODO ANALÍTICO EMPLEADO EL ÚNICO COMPUESTO INORGÁNICO QUE SE DESCOMPONE ES EL CARBONATO MAGNÉSICO.

2.1.2.2. PARÁMETROS DE CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA

- **POTENCIAL DE HIDRÓGENO (pH):** LA MEDIDA DEL pH TIENE AMPLIA APLICACIÓN EN EL CAMPO DE LAS AGUAS NATURALES Y RESIDUALES, ES UNA PROPIEDAD BÁSICA E IMPORTANTE QUE AFECTA A MUCHAS REACCIONES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS. VALORES EXTREMOS DE pH PUEDEN ORIGINAR LA MUERTE DE PECES, DRÁSTICAS ALTERACIONES EN LA FLORA Y FAUNA, REACCIONES SECUNDARIAS DAÑINAS (POR EJEMPLO, CAMBIOS EN LA SOLUBILIDAD DE LOS NUTRIENTES, FORMACIÓN DE PRECIPITADOS, ETC.) (ZHEN-WU, 2009).

EL pH ES UN FACTOR MUY IMPORTANTE EN LOS SISTEMAS QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE LAS AGUAS NATURALES. EL VALOR DEL pH COMPATIBLE CON LA VIDA PISCÍCOLA ESTÁ COMPRENDIDO ENTRE 5 Y 9. SIN EMBARGO, PARA LA MAYORÍA DE LAS ESPECIES

ACUÁTICAS, LA ZONA DE pH FAVORABLE SE SITÚA ENTRE 6.5 Y 8.5. FUERA DE ESTE RANGO NO ES POSIBLE LA VIDA COMO CONSECUENCIA DE LA DESNATURALIZACIÓN DE LAS PROTEÍNAS (HAKANSON *ET AL.*, 2000).

LA ALCALINIDAD ES LA SUMA TOTAL DE LOS COMPONENTES EN EL AGUA QUE TIENDEN A ELEVAR EL pH DEL AGUA POR ENCIMA DE UN CIERTO VALOR (BASES FUERTES Y SALES DE BASES FUERTES Y ÁCIDOS DÉBILES), Y, LÓGICAMENTE, LA ACIDEZ CORRESPONDE A LA SUMA DE COMPONENTES QUE IMPLICAN UN DESCENSO DE pH (DIÓXIDO DE CARBONO, ÁCIDOS MINERALES, ÁCIDOS POCO DISOCIADOS, SALES DE ÁCIDOS FUERTES Y BASES DÉBILES). AMBOS, ALCALINIDAD Y ACIDEZ, CONTROLAN LA CAPACIDAD DE TAPONAMIENTO DEL AGUA, ES DECIR, SU CAPACIDAD PARA NEUTRALIZAR VARIACIONES DE pH PROVOCADAS POR LA ADICIÓN DE ÁCIDOS O BASES. EL PRINCIPAL SISTEMA REGULADOR DEL pH EN AGUAS NATURALES ES EL SISTEMA CARBONATO (DIÓXIDO DE CARBONO, IÓN BICARBONATO Y ÁCIDO CARBÓNICO), (ZHEN-WU, 2009).

- **OXÍGENO DISUELTO:** ES UN OXIDANTE QUE SE ENCUENTRA EN LA ATMÓSFERA Y JUEGA UN PAPEL MUY IMPORTANTE EN LAS ACCIONES DE OXIDACIÓN-REDUCCIÓN ACUOSAS, ASÍ COMO TAMBIÉN EN LA RESPIRACIÓN MICROBIANA. ES NECESARIO PARA LA VIDA DE LOS PECES Y OTROS ORGANISMOS ACUÁTICOS. EL OXÍGENO ES MODERADAMENTE SOLUBLE EN AGUA, DEPENDIENDO LA SOLUBILIDAD DE LA TEMPERATURA, LA SALINIDAD, LA TURBULENCIA DEL AGUA Y LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA: DISMINUYE CUANDO AUMENTA LA TEMPERATURA Y LA SALINIDAD, Y CUANDO DISMINUYE LA PRESIÓN ATMOSFÉRICA. LA SOLUBILIDAD DEL OXÍGENO ATMOSFÉRICO EN AGUAS DULCES, A SATURACIÓN Y AL NIVEL DEL MAR, OSCILA APROXIMADAMENTE ENTRE 15 MG/L A 0°C Y 8 MG/L A 25°C. UN MÉTODO ANALÍTICO PARA SU DETERMINACIÓN ES EL YODOMÉTRICO DE WINKLER (U.S.F.S., 2006, CITADO POR ZHEN-WU, 2009).
- **MATERIA ORGÁNICA:** LA MATERIA ORGÁNICA EXISTENTE EN EL AGUA, TANTO LA QUE SE ENCUENTRA DISUELTA COMO EN FORMA DE PARTÍCULAS, SE VALORA MEDIANTE EL PARÁMETRO CARBONO ORGÁNICO TOTAL (TOC, TOTAL ORGANIC CARBON)

(HAKANSON *ET AL.*, 2000). LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS EXISTENTES EN EL MEDIO ACUÁTICO SE PUEDEN CLASIFICAR EN DOS GRANDES GRUPOS ATENDIENDO A SU BIODEGRADABILIDAD, ES DECIR, A LA POSIBILIDAD DE SER UTILIZADOS POR MICROORGANISMOS COMO FUENTE DE ALIMENTACIÓN Y PARA SU MEDIDA SE UTILIZAN LOS PARÁMETROS DENOMINADOS DQO (DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO) Y DBO (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO).

- **DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO DQO:** ES LA CANTIDAD DE OXÍGENO CONSUMIDO POR LOS CUERPOS REDUCTORES PRESENTES EN EL AGUA SIN LA INTERVENCIÓN DE LOS ORGANISMOS VIVOS. EFECTÚA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO TOTAL DE MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE, SEA BIODEGRADABLE O NO (ZHEN-WU, 2009).
- **DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO DBO:** PERMITE DETERMINAR LA MATERIA ORGÁNICA BIODEGRADABLE. ES LA CANTIDAD DE OXÍGENO NECESARIA PARA DESCOMPONER LA MATERIA ORGÁNICA PRESENTE, POR LA ACCIÓN BIOQUÍMICA AEROBIA. ESTA TRANSFORMACIÓN BIOLÓGICA PRECISA UN TIEMPO SUPERIOR A LOS 20 DÍAS, POR LO QUE SE HA ACEPTADO, COMO NORMA, REALIZAR UNA INCUBACIÓN DURANTE 5 DÍAS, A 20°C, EN LA OSCURIDAD Y FUERA DEL CONTACTO DEL AIRE, A UN PH DE 7-7.5 Y EN PRESENCIA DE NUTRIENTES Y OLIGOELEMENTOS (ZHEN-WU, 2009) Y (HAKANSON *ET AL.*, 2000).

2.1.3. MACROINVERTEBRADOS

EL TÉRMINO MACROINVERTEBRADO ACUÁTICO, SE EMPLEA COMO UNA ABSTRACCIÓN QUE INCLUYE A AQUELLOS ANIMALES INVERTEBRADOS, QUE POR SU TAMAÑO RELATIVAMENTE GRANDE, SON RETENIDOS POR REDES DE LUZ DE MALLA DE ENTRE 250-300 μm . LA GRAN MAYORÍA DE LOS MISMOS (ALREDEDOR DEL 80%) CORRESPONDEN A GRUPOS DE ARTRÓPODOS, Y DENTRO DE ESTOS LOS INSECTOS, Y EN ESPECIAL SUS FORMAS LARVIARIAS, SON LAS MÁS ABUNDANTES. EN LOS ECOSISTEMAS DULCEACUÍCOLAS LOS MACROINVERTEBRADOS VIVEN TANTO EN AGUAS LÓTICAS (RÍOS, ARROYOS, QUEBRADAS) COMO EN AGUAS LÉNTICAS (LAGOS, LAGUNAS, CIÉNAGAS, EMBALSES, ETC). EL HÁBITAT ES EL LUGAR ESPECÍFICO EN QUE VIVE UN ORGANISMO Y EN LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

ÉSTOS SON MUY HETEROGÉNEOS Y A CADA UNO DE ELLOS CORRESPONDE UNA COMUNIDAD DETERMINADA. EN LOS ECOSISTEMAS LÓTICOS ALGUNOS MACROINVERTEBRADOS VIVEN ADHERIDOS A LA SUPERFICIE DE ROCAS, PEQUEÑAS PIEDRAS, TRONCOS SUMERGIDOS O RESTOS DE VEGETACIÓN; OTROS HABITAN EN LAS ORILLAS, ADHERIDOS A LA VEGETACIÓN EMERGENTE O SUMERGIDA; UNOS VIVEN SOBRE LA SUPERFICIE DEL AGUA, MIENTRAS QUE OTROS NADAN EN ELLA COMO LOS PECES.

OTROS SE ENTIERRAN EN SUSTRATOS ARENOSOS, FANGOSOS O PEDREGOSOS. UNOS PREFIEREN CORRIENTES RÁPIDAS, PARA LO CUAL LOS ORGANISMOS TIENEN ADAPTACIONES CORPORALES COMO GANCHOS, VENTOSAS Y CUERPOS APLANADOS PARA RESISTIR LA VELOCIDAD DE LA CORRIENTE; OTROS HABITAN EN REMANSOS. EN LOS ECOSISTEMAS LÓTICOS SE ESPERAN MAYORES VALORES DE DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS EN LOS TRAMOS DE LA CORRIENTE CON MAYOR HETEROGENEIDAD DEL SUSTRATO, MIENTRAS QUE EN LOS TRAMOS DONDE EL SUSTRATO ES UNIFORME O EXISTE UNA MAYOR HOMOGENEIDAD DEL LECHO DE LA CORRIENTE, LA DIVERSIDAD SERÁ MENOR.

EN LOS ECOSISTEMAS LÉNTICOS LOS MACROINVERTEBRADOS HABITAN PRINCIPALMENTE EL ÁREA LITORAL Y LAS RAÍCES DE LAS PLANTAS ACUÁTICAS FLOTANTES. EN LA ZONA LITORAL DE LOS EMBALSES SON ESCASOS, YA QUE EL NIVEL DEL AGUA FLUCTÚA PERMANENTEMENTE. LA ZONA PROFUNDA DE LOS LAGOS POR LO REGULAR OFRECE CONDICIONES ESTRESANTES POR LA FALTA DE OXÍGENO Y POR LA ACUMULACIÓN DE GASES TÓXICOS, POR ESO LA FAUNA QUE ALLÍ SE ENCUENTRA EN LA MAYORÍA DE LOS CASOS ES POCO VARIADA, PERO LOS INDIVIDUOS PRESENTES PUEDEN SER ABUNDANTES.

DEBIDO A LO ANTERIOR, ES IMPORTANTE QUE CUANDO SE REALICEN ESTUDIOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA, ÉSTOS DEBAN CONSIDERAR TODOS LOS POSIBLES HÁBITATS PRESENTES EN ÁREA DE MUESTREO (ÁLVAREZ, 2005).

2.1.4. BIOINDICACIÓN

LA EXPRESIÓN PRÁCTICA DEL CONOCIMIENTO DE LA AUTOECOLOGÍA Y LA TAXONOMÍA DE LAS ESPECIES O GRUPOS SUPRAESPECÍFICOS QUE CONFORMAN LAS COMUNIDADES ACUÁTICAS DEBE SER UN SISTEMA QUE PERMITA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE UN SITIO USANDO LOS ORGANISMOS ENCONTRADOS EN ÉL. MEDIANTE UN SISTEMA DE BIOINDICACIÓN LA INFORMACIÓN TAXONÓMICA SE TRADUCE EN UN ÍNDICE, VALOR O CLASE DE CALIDAD DE AGUA, LO QUE FACILITA LA INTERPRETACIÓN DE GRAN NÚMERO DE DATOS QUE RESULTAN DE LOS LLAMADOS “MONITOREOS BIOLÓGICOS” Y HACE LOS RESULTADOS MÁS ACCESIBLES PARA AQUELLAS PERSONAS QUE DEBEN TOMAR DECISIONES ACERCA DEL MANEJO DE LOS CUERPOS DE AGUA (RISS *ET AL.*, 2002 Y GUTIÉRREZ *ET AL.*, 2004), LOS ANTES MENCIONADOS AUTORES MANIFIESTAN CONOCIDAMENTE LAS VENTAJAS DEL USO DE LA BIOINDICACIÓN PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA DE LAS VERTIENTES Y RÍOS, SEÑALÁNDOLO COMO MÉTODO QUE TRADUCE LA CANTIDAD DE MICROORGANISMOS PRESENTES EN UN ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA.

2.1.5. BIOINDICADORES

LA DENOMINACIÓN DE UNA ESPECIE COMO INDICADORA REQUIERE DE CONOCIMIENTO PREVIO RESPECTO A SU COMPOSICIÓN COMUNITARIA BAJO CONDICIONES NORMALES, INCLUYENDO EL CICLO DE VIDA DE LAS ESPECIES, SU ESTACIONALIDAD Y SUS VARIACIONES NATURALES, DE MANERA QUE SEA POSIBLE COMPARAR LAS CONDICIONES ANTES Y DESPUÉS DE UNA PERTURBACIÓN AMBIENTAL (RAZ, 2000).

EL CONCEPTO DE ORGANISMO INDICADOR SE REFIERE A ESPECIES SELECCIONADAS POR SU SENSIBILIDAD O TOLERANCIA (NORMALMENTE ES LA SENSIBILIDAD) A VARIOS PARÁMETROS. USUALMENTE LOS BIÓLOGOS EMPLEAN BIOINDICADORES DE CONTAMINACIÓN DEBIDO A SU ESPECIFICIDAD Y FÁCIL MONITOREO, RAZ, (2000), DEFINE A LOS ORGANISMOS INDICADORES COMO LA PRESENCIA DE UNA ESPECIE EN PARTICULAR, QUE DEMUESTRA LA EXISTENCIA DE CIERTAS CONDICIONES EN EL MEDIO, MIENTRAS QUE SU AUSENCIA ES LA CONSECUENCIA DE LA ALTERACIÓN DE TALES CONDICIONES.

EN CADA ECORREGIÓN EXISTEN ESPECIES FÁCILMENTE IDENTIFICABLES QUE SON LAS PRIMERAS EN DESAPARECER CON UN AUMENTO EN LAS ALTERACIONES CAUSADAS POR EL HOMBRE. LA DECLINACIÓN PUEDE DEBERSE A LA MALA CALIDAD DEL AGUA, A LA

DEGRADACIÓN DEL HÁBITAT O A LA COMBINACIÓN DE ESTOS DOS FACTORES, POR LO QUE EL CONOCIMIENTO DE ESPECIES INTOLERANTES ENCONTRADAS EN CADA REGIÓN DEBERÁ SER CONSULTADA CON LOS INVESTIGADORES EXPERTOS LOCALES PARA LA ASIGNACIÓN DE LOS GRADOS DE TOLERANCIA (VELÁZQUEZ Y VEGA, 2004).

LAS VENTAJAS DEL USO DE BIOINDICADORES COMO HERRAMIENTA PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA E IMPLEMENTAR ACCIONES SOBRE LA RECUPERACIÓN SON VARIADAS (CAIRNS Y DICKSON, 1971 CITADO POR VÁZQUEZ *ET AL.*, 2006):

- LA COLECTA Y REGISTRO DE INFORMACIÓN BIOLÓGICA PUEDE REALIZARSE POR PERSONAS AJENAS A LA BIOLOGÍA, YA QUE EXISTEN MANUALES QUE SEÑALAN MÉTODOS ESTABLECIDOS.
- LAS COMUNIDADES BIOLÓGICAS REFLEJAN LAS CONDICIONES DEL SISTEMA (FÍSICA, QUÍMICA, BIOLÓGICA Y ECOLÓGICA).
- EL BIOMONITOREO PERMANENTE DE LAS COMUNIDADES RESULTA SER ECONÓMICO COMPARADO CON LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS.
- LA INFORMACIÓN RESULTANTE PUEDE EXPRESARSE POR MEDIO DE ÍNDICES BIÓTICOS QUE EXPRESAN LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE ESCALAS NUMÉRICAS.

NO OBSTANTE EL EMPLEO DE BIOINDICADORES TAMBIÉN PRESENTA LIMITACIONES TALES COMO: EL AJUSTE DE ÍNDICES BIÓTICOS PARA DISTINTAS REGIONES, EL MUESTREO IMPLICA MAYOR TIEMPO, LA INFORMACIÓN DE CADA BIOINDICADOR ES CUALITATIVA Y PARA LA IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA SE REQUIERE EXPERIENCIA. PARA OBTENER UNA EVALUACIÓN INTEGRAL SERÁ NECESARIO REALIZAR CONJUNTAMENTE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS O PRUEBAS DE TOXICIDAD (VELÁZQUEZ Y VEGA, 2004). A CONTINUACIÓN SE MENCIONAN DOS GRUPOS DE ORGANISMOS QUE SE EMPLEAN COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA APARTE DE LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS:

2.1.5.1. BACTERIAS

LA PRESENCIA DE BACTERIAS COLIFORMES SON UN INDICADOR DE CONTAMINACIÓN FECAL POR DESCARGA RECIENTE DE DESECHOS, A LARGO PLAZO SON INDICADORES DE LA EFECTIVIDAD DE PROGRAMAS DE CONTROL. LAS VENTAJAS QUE PRESENTA EL USO DE BACTERIAS COMO INDICADORES DE ACUERDO CON DE LA LANZA *ET AL.* (2000), ES QUE EL MUESTREO DE ESTE GRUPO TIENE UNA METODOLOGÍA BIEN DESARROLLADA Y DA RESPUESTA RÁPIDA A CAMBIOS AMBIENTALES TALES COMO LA CONTAMINACIÓN, BÁSICAMENTE POR DESCARGAS DOMÉSTICAS Y MUNICIPALES.

2.1.5.2. FITOPLANCTON

EL FITOPLANCTON RESPONDE RÁPIDAMENTE A LOS CAMBIOS AMBIENTALES POR SU CICLO DE VIDA CORTO. ESTOS CAMBIOS ALTERAN LA ESTRUCTURA DE SUS COMUNIDADES, REPERCUTE EN EL INTERÉS SOCIOECONÓMICO DEL SISTEMA ACUÁTICO EN TIEMPOS RELATIVAMENTE CORTOS, SOBRE TODO POR SU PAPEL DE PRODUCTORES PRIMARIOS. ALGUNAS ALGAS MICROSCÓPICAS DEL FITOPLANCTON MUESTRAN UNA DISTRIBUCIÓN AMPLIA, OTRAS, CIERTAS PREFERENCIAS AMBIENTALES, Y UNAS TERCERAS ALTA FRECUENCIA DE TAXÓN EN AGUAS FUERTEMENTE CONTAMINADAS, LO QUE SUGIERE SU TOLERANCIA O PREFERENCIA POR ALGÚN COMPUESTO QUÍMICO O BIOQUÍMICO. SI ALGÚN TAXÓN SE RECONOCE COMO COSMOPOLITA DIFERENCIADO, PUEDE EVIDENCIARSE CUALQUIER CAMBIO FÍSICO O QUÍMICO EN LAS MASAS DE AGUA AL OCURRIR UNA ALTERACIÓN POR CONTAMINANTES.

EL FITOPLANCTON PUEDE ADQUIRIR MAYOR RESISTENCIA O TOLERANCIA A DIVERSAS SUSTANCIAS, POR EJEMPLO FERTILIZANTES, E INCREMENTAR SU DESARROLLO Y ABUNDANCIA REPERCUTIENDO EN LA EUTROFIZACIÓN DE LAS AGUAS, DONDE CIERTAS ESPECIES MUESTRAN EL ESTADO TRÓFICO DE ARROYOS, RÍOS Y LAGOS (DE LA LANZA *ET AL.*, 2000). EXISTEN MUCHOS EJEMPLOS DE ALGAS MICROSCÓPICAS PARA INFERIR SOBRE LA CALIDAD DE LOS AMBIENTES ACUÁTICOS, ESTAS PERMITEN CONOCER LAS FLUCTUACIONES EN LAS MASAS DE AGUA, LO QUE HA PERMITIDO TRASCENDER EN LA CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES TOLERANTES O AFINES A LA MATERIA ORGÁNICA Y EN SU CAPACIDAD DE DESCOMPONERLA.

DE LAS MICROALGAS, LAS DIATOMEAS SON PREFERIDAS PARA LOS MONITOREOS DEBIDO A QUE ES EL GRUPO AUTOTRÓFICO DOMINANTE ADEMÁS DE QUE SU IDENTIFICACIÓN ES SIMPLE. LAS VENTAJAS DE SU USO ES QUE SON COSMOPOLITAS, ALGUNAS ESPECIES SON MUY SENSIBLES A CAMBIOS AMBIENTALES, MIENTRAS QUE OTRAS MUY TOLERANTES, ALGUNAS SON MUY SENSIBLES A CAMBIOS AMBIENTALES POR PERIODOS MUY LARGOS, EL MUESTREO ES SENCILLO Y RÁPIDO, PUEDEN CULTIVARSE PARA ESTUDIARLAS EN DISEÑOS EXPERIMENTALES (TORO *ET AL.*, 2003 CITADO POR VÁZQUEZ *ET AL.*, 2006).

2.1.6. CONTAMINACIÓN ANTRÓPICA

SE CONOCE ASÍ A LA CONTAMINACIÓN ORIGINADA POR LA ACTIVIDAD HUMANA, PUEDE SER DE DIVERSOS TIPOS:

- **DE ORIGEN URBANO:** ES EL RESULTADO DEL USO DEL AGUA EN VIVIENDAS, ACTIVIDADES COMERCIALES Y DE SERVICIOS, LO QUE GENERA AGUAS RESIDUALES, RESIDUOS FECALES, DESECHOS DE ALIMENTOS, LEJÍAS DETERGENTES.
- **DE ORIGEN INDUSTRIAL:** ES LA QUE PRODUCE MAYOR IMPACTO, POR LA GRAN VARIEDAD DE MATERIALES Y FUENTES DE ENERGÍA QUE PUEDEN APORTAR AL AGUA: MATERIA ORGÁNICA, METALES PESADOS, INCREMENTO DE PH Y TEMPERATURA, ACEITES, GRASAS.
- **DE ORIGEN AGRÍCOLA:** DERIVA DEL USO DE PLAGUICIDAS, PESTICIDAS, BIOCIDAS, FERTILIZANTES Y ABONOS, QUE SON ARRASTRADOS POR EL AGUA DE RIEGO, LLEVANDO CONSIGO SALES COMPUESTAS DE N, P, S, QUE LLEGAN AL SUELO POR LIXIVIACIÓN Y CONTAMINAR AGUAS SUBTERRÁNEAS (EUTROFIZACIÓN).
- **OTROS:** VERTEDEROS DE RESIDUOS, RESTOS DE COMBUSTIBLES, MAREAS NEGRAS, ORIGINADAS POR EL VERTIDO DE PETRÓLEO CRUDO SOBRE EL MAR. COMO SE VE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN TIENEN DIVERSOS ORÍGENES; LAMENTABLEMENTE LA CONTAMINACIÓN ANTRÓPICA ES LA QUE MÁS DAÑOS CAUSA EN LA NATURALEZA, CON EL DESARROLLO Y LOS AVANCES TECNOLÓGICOS SE INCREMENTAN CADA VEZ MÁS.

2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1. ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL AGUA

SEGÚN CARRERA Y FIERRO (2001), DURANTE MILLONES DE AÑOS EL AGUA PERMANECIÓ PURA Y LIMPIA. SIN EMBARGO, EN LOS ÚLTIMOS CIENTO AÑOS, MÁS QUE EN TODA SU HISTORIA, LOS SERES HUMANOS LA HEMOS CONTAMINADO EN TODOS LOS LUGARES DEL PLANETA. ESTA ALTERACIÓN HA SUCEDIDO POR MUCHAS RAZONES Y DE DIFERENTES FORMAS COMO:

- ACTIVIDADES COMO LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA O GANADERA, QUE UTILIZA PRODUCTOS QUÍMICOS COMO FERTILIZANTES, PLAGUICIDAS, PESTICIDAS, HERBICIDAS, ETC.
- DESTRUCCIÓN DE LAS CUENCAS, POR EL CORTE DE ÁRBOLES Y LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS QUE PRODUCEN EXCESO DE ESCORRENTÍA.
- DESCARGAS URBANAS CUYO CONTENIDO INCLUYE LOS DESECHOS DE NUESTRA VIDA COTIDIANA: PRODUCTOS DE ASEO, MEDICINAS, ETCÉTERA, QUE SE JUNTAN CON BACTERIAS, METALES PESADOS COMO EL MERCURIO, PLOMO Y VARIOS COMPUESTOS DEL PETRÓLEO.
- A ESTAS ACTIVIDADES SE AGREGAN LA EXPLORACIÓN PETROLERA, MINERA, MADERERA; LA CONSTRUCCIÓN DE REPRESAS, CENTRALES HIDROELÉCTRICAS Y CANALES DE RIEGO QUE, AL CAMBIAR EL CURSO DEL AGUA, CAMBIAN TAMBIÉN SU COMPOSICIÓN Y CANTIDAD.
- DE TODAS ÉSTAS, HAY QUE PRESTAR MUCHA ATENCIÓN A LA CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL. LAS FÁBRICAS UTILIZAN MUCHOS INGREDIENTES PARA HACER SUS PRODUCTOS. ESTAS SUBSTANCIAS QUÍMICAS SE ARROJAN A LOS RÍOS O SE FILTRAN HASTA LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.

TODAS ESTAS ACTIVIDADES AFECTAN GRAVEMENTE A LOS SERES VIVOS, PROVOCAN EN LOS HUMANOS ENFERMEDADES COMO LA DIARREA, EL CÓLERA, EL CÁNCER, ENTRE TANTAS OTRAS, QUE EN LA MAYORÍA DE CASOS SON MORTALES. ADEMÁS, CAUSAN DAÑOS IRREPARABLES A LA NATURALEZA Y A SUS ESPECIES ANIMALES Y VEGETALES.

DE ACUERDO CON MENDIGUCHIA (2005), PARA ENTENDER EL MODO EN QUE LAS ACTIVIDADES HUMANAS AFECTAN A LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS SE DEBE TENER EN CUENTA QUE LOS APORTES ANTROPOGÉNICOS PUEDEN TENER UN ORIGEN MUY DIVERSO. POR UN LADO ESTÁN LAS DENOMINADAS FUENTES PUNTUALES, COMO LA DESCARGA DE EFLUENTES DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS O DE LOS EFLUENTES PROCEDENTES DE ACTIVIDADES INDUSTRIALES O ARTESANALES Y CUYO ORIGEN ESTÁ GEOGRÁFICAMENTE BIEN DELIMITADO, POR LO QUE RESULTA MÁS SENCILLO REALIZAR UN SEGUIMIENTO DE LOS CAMBIOS QUE PRODUCEN EN EL MEDIO RECEPTOR. POR OTRO LADO EXISTEN LAS FUENTES NO PUNTUALES O DIFUSAS, DEBIDAS PRINCIPALMENTE A LAS ESCORRENTÍAS PROCEDENTES DE ZONAS URBANAS Y AGRÍCOLAS, AL APORTE DE AGUAS SUBTERRÁNEAS CONTAMINADAS, A LA DEPOSICIÓN ATMOSFÉRICA O AL USO RECREATIVO DE LOS CURSOS DE AGUAS. LOS EFECTOS PRODUCIDOS POR ESTOS APORTES NO PUNTUALES PUEDEN ABARCAR UNA ZONA GEOGRÁFICA EXTENSA NO DELIMITADA, POR LO QUE SON MÁS DIFÍCILES DE CONTROLAR.

2.2.2. HÁBITAT Y NICHOS ECOLÓGICOS

EL HÁBITAT DE UN ORGANISMO ES EL LUGAR DONDE VIVE, SU ÁREA FÍSICA, ALGUNA PARTE ESPECÍFICA DE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA, AIRE, SUELO Y AGUA. ES EL ESPACIO QUE REÚNE LAS CONDICIONES ADECUADAS PARA QUE LA ESPECIE PUEDA RESIDIR Y REPRODUCIRSE, PERPETUANDO SU PRESENCIA. PUEDE REFERIRSE A UN ÁREA TAN GRANDE COMO UN OCÉANO O UN DESIERTO, O UNA TAN PEQUEÑA COMO UNA ROCA O UN TRONCO CAÍDO DE UN ÁRBOL. LOS HÁBITATS PUEDEN DIVIDIRSE EN TERRESTRES Y ACUÁTICOS, Y EN CADA UNO DE ELLOS SE PUEDEN ESTABLECER UNA MULTITUD DE SUBDIVISIONES. ASÍ, EN EL HÁBITAT ACUÁTICO SE PUEDE DISTINGUIR ENTRE HÁBITAT DULCEACUÍCOLAS Y HÁBITAT MARINOS (ROLDÁN, 1988).

EN [CAMBIO](#), EL NICHOS ECOLÓGICO ES [EL ESTADO](#) O EL [PAPEL](#) DE UN ORGANISMO EN LA COMUNIDAD O EL ECOSISTEMA. DEPENDE DE LAS ADAPTACIONES ESTRUCTURALES DEL ORGANISMO, DE SUS RESPUESTAS FISIOLÓGICAS Y SU [CONDUCTA](#). PUEDE SER ÚTIL CONSIDERAR AL HÁBITAT COMO LA [DIRECCIÓN](#) DE UN ORGANISMO (DONDE VIVE) Y AL NICHOS ECOLÓGICO COMO SU PROFESIÓN (LO QUE HACE BIOLÓGICAMENTE). EL NICHOS ECOLÓGICO NO ES UN ESPACIO DEMARCADO FÍSICAMENTE, SINO UNA ABSTRACCIÓN QUE COMPRENDE TODOS LOS FACTORES FÍSICOS, QUÍMICOS, FISIOLÓGICOS Y BIÓTICOS QUE NECESITA UN ORGANISMO PARA VIVIR. (ROLDÁN, 1988).

2.2.3. ECOSISTEMA ACUÁTICO

POR DEFINICIÓN, UN ECOSISTEMA ES LA UNIDAD ECOLÓGICA EN LA CUAL UN GRUPO DE ORGANISMOS INTERACTÚA ENTRE SÍ Y CON EL AMBIENTE (ROLDÁN, 1992). LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS ESTÁN INFLUENCIADOS POR DOS GRANDES GRUPOS DE FACTORES, BIÓTICOS Y ABIÓTICOS. LOS PRIMEROS SE REFIEREN A TODAS LAS INTERACCIONES ENTRE LOS DIFERENTES ORGANISMOS DEL ECOSISTEMA, ENTRADAS, FLUJOS DE ENERGÍA Y ZONAS DE RIBERA. LOS FACTORES ABIÓTICOS SE REFIEREN A LOS FACTORES FÍSICO-QUÍMICOS Y BIOGEOGRÁFICOS QUE INFLUENCIAN EL MEDIO EN EL CUAL SE DESENVUELVEN LOS ORGANISMOS ACUÁTICOS (ROLDÁN, 1988).

LOS SISTEMAS DE AGUAS EPICONTINENTALES, PRESENTAN GRANDES DIFERENCIAS EN SUS CONDICIONES FÍSICO-QUÍMICAS, LAS MISMAS QUE SON HETEROGÉNEAS CON RESPECTO A LAS DE LOS SISTEMAS DE AGUAS MARINAS. DE MANERA GENERAL, SE PUEDE DECIR QUE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DE AGUAS EPICONTINENTALES (O DULCES) SON: LAGOS, LAGUNAS, RÍOS, AGUAS SUBTERRÁNEAS Y EMBALSES. ESTOS ÚLTIMOS SON MODIFICACIONES BRUSCAS REALIZADAS POR EL SER HUMANO, QUE TRANSFORMAN UN ECOSISTEMA TERRESTRE A UNO ACUÁTICO O UN SISTEMA DE AGUAS CORRIENTES A UN SISTEMA LENTICO (ROLDÁN, 1992).

2.2.4. DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

EXISTE UNA DIVERSIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS O AMBIENTES ACUÁTICOS, QUE HA HECHO NECESARIA UNA CLASIFICACIÓN. UN CRITERIO GENERAL DE CLASIFICACIÓN HA SIDO EL MOVIMIENTO DE LAS AGUAS, SI ESTAS SON EMPOZADAS O FLUYENTES.

2.2.4.1. HÁBITATS LÓTICOS

LOS HÁBITATS DE LAS CORRIENTES DE AGUA O LOTICOS, INCLUYEN TODAS LAS PARTES DEL CURSO DE LOS RÍOS: LOS ARROYOS Y MANANTIALES DE SU CABECERA, LA ZONA CENTRAL DEL VALLE, CON SUS ESTANQUES Y SUS RÁPIDOS, LA ZONA DE LA LLANURA ALUVIAL, Y LOS ESTUARIOS EN LOS QUE VIERTEN SUS AGUAS AL MAR.

LAS ESPECIES QUE VIVEN EN ARROYOS DE CORRIENTE RÁPIDA MUESTRAN ADAPTACIONES QUE LES PERMITEN MANTENER SU POSICIÓN EN EL AGUA. ALGUNAS, COMO LA TRUCHA COMÚN Y CIERTAS NINFAS DE EFÍMERAS, TIENEN FORMAS HIDRODINÁMICAS, LO QUE REDUCE SU RESISTENCIA A LA CORRIENTE. OTROS ORGANISMOS, COMO LAS NINFAS DE EFÍMERA Y DE LOS PLECÓPTEROS, TIENEN CUERPOS APLANADOS, LO QUE LES PERMITE ESCONDERSE BAJO LAS PIEDRAS Y AFERRARSE A ELLAS. HAY OTROS, COMO LAS LARVAS DE LOS SIMÚLIDOS, QUE SE FIJAN A LAS ROCAS POR MEDIO DE GARFIOS Y VENTOSAS; CIERTAS LARVAS DE FRIGÁNEAS SE CONSTRUYEN VAINAS CON PEQUEÑOS GUIJARROS, QUE ANCLAN SOBRE LAS ROCAS. (ROLDÁN, 1992)

2.2.4.2. HÁBITATS LÉNTICOS

LOS ECOSISTEMAS DE LAS AGUAS INMÓVILES, LLAMADOS LÉNTICOS (LOS ESTANQUES Y LAGOS DE AGUA DULCE), COMPREDEN UNA ZONA DE AGUAS POCO PROFUNDAS A LO LARGO DE LA COSTA; UNA ZONA DE AGUAS ABIERTAS SUPERFICIALES QUE SE EXTIENDE HASTA LA PROFUNDIDAD EN LA QUE LA LUZ RESULTA INSUFICIENTE PARA QUE PUEDA PRODUCIRSE LA FOTOSÍNTESIS; UNA ZONA DE AGUAS PROFUNDAS SOBRE LAS QUE FLOTA EL AGUA MÁS CALIENTE Y MENOS DENSA; Y UNA ZONA DE FONDO COMPUESTA DE SEDIMENTOS Y FANGO, DONDE SE PRODUCE LA DESCOMPOSICIÓN.

2.2.5. LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA

SE CONSIDERAN MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS A AQUELLOS ORGANISMOS INVERTEBRADOS QUE DESARROLLAN ALGUNA FASE DE SU CICLO VITAL EN EL MEDIO ACUÁTICO, Y CUYO TAMAÑO ES SUPERIOR A LOS 2 MM. ABARCA INSECTOS, MOLUSCOS, CRUSTÁCEOS, TURBELARIOS Y ANÉLIDOS PRINCIPALMENTE. LOS MACROINVERTEBRADOS SON LOS ORGANISMOS QUE HAN SIDO UTILIZADOS CON MAYOR FRECUENCIA EN LOS ESTUDIOS RELACIONADOS CON LA CONTAMINACIÓN DE LOS RÍOS, COMO INDICADOR DE LAS CONDICIONES ECOLÓGICAS O DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS.

EL CONOCIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS Y ABUNDANCIA DE LOS ORGANISMOS BENTÓNICOS EN UN SISTEMA ACUÁTICO ES FUNDAMENTAL PARA RELACIONARLOS CON LAS CONDICIONES DEL MEDIO. LAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN ZONAS TROPICALES SON MUY SIMILARES A LAS COMUNIDADES DE ZONAS TEMPLADAS. EL GRUPO MÁS GRANDE DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN AGUAS CONTINENTALES SON LOS INSECTOS, LOS CUALES SON VALIOSOS INDICADORES, CONSIDERADOS LOS MÁS DIVERSOS EN CONTRASTE CON LOS PECES E INSECTOS TERRESTRES (THORNER Y WILLIAMS, 1997 CITADO POR VÁZQUEZ *ET AL.*, 2006). DE TODOS LOS ORGANISMOS QUE SE ENCUENTRAN DENTRO DE UN SISTEMA ACUÁTICO, LOS MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS OFRECEN VENTAJAS PARA SER USADOS COMO INDICADORES DE CONTAMINACIÓN (FIGUEROA *ET AL.*, 2003) YA QUE:

- SON RAZONABLEMENTE SEDENTARIOS, YA QUE DEBIDO A SU ESCASA CAPACIDAD DE MOVIMIENTO, ESTÁN DIRECTAMENTE AFECTADOS POR LAS SUSTANCIAS VERTIDAS EN LAS AGUAS.
- TIENEN UN CICLO DE VIDA LARGO EN COMPARACIÓN CON OTROS ORGANISMOS, LO QUE NOS PERMITE ESTUDIAR LOS CAMBIOS ACONTECIDOS DURANTE LARGOS PERIODOS DE TIEMPO.
- ABARCAN EN SU CONJUNTO UN AMPLIO ESPECTRO ECOLÓGICO.
- TIENEN UN TAMAÑO ACEPTABLE FRENTE A OTROS MICROORGANISMOS.

- SE ENCUENTRAN EN TODOS LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS, POR LO QUE FAVORECEN LOS ESTUDIOS COMPARATIVOS.
- SU NATURALEZA SEDENTARIA, PERMITE UN ANÁLISIS ESPACIAL EFECTIVO DE LOS EFECTOS DE LAS PERTURBACIONES.
- PRESENTA VENTAJAS TÉCNICAS ASOCIADAS A LOS MUESTREOS CUANTITATIVOS Y ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS QUE PUEDEN SER REALIZADOS CON EQUIPOS SIMPLES.
- LA TAXONOMÍA DE MUCHOS GRUPOS ES AMPLIAMENTE CONOCIDA.
- EXISTEN NUMEROSOS MÉTODOS PARA EL ANÁLISIS DE DATOS, COMO ÍNDICES BIÓTICOS Y DE DIVERSIDAD.

LOS MACROINVERTEBRADOS SON GENERALMENTE ABUNDANTES, RELATIVAMENTE FÁCILES DE RECOLECTAR Y TIENEN EL TAMAÑO SUFICIENTE PARA SER OBSERVADOS A SIMPLE VISTA, SON UNIVERSALES, SEDENTARIOS, EXTREMADAMENTE SENSIBLES A PERTURBACIONES, PRESENTAN CICLOS DE VIDA RELATIVAMENTE LARGOS, MUESTRAN UNA RESPUESTA INMEDIATA ANTE UN IMPACTO, SU IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA ES BIEN CONOCIDA Y NO REQUIERE DE PERSONAL ESPECIALIZADO PARA EL MUESTREO (TORO *ET AL.*, 2003 CITADO POR VÁZQUEZ *ET AL.*, 2006). UNA DE LAS VENTAJAS QUE PRESENTAN LOS INSECTOS PARA SER USADOS COMO INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA ES QUE SE ENCUENTRAN EN CASI TODOS LOS HÁBITATS, POR LO QUE SON AFECTADOS EN DISTINTOS ESTRATOS DEL SISTEMA, PRESENTAN UN INTERVALO AMPLIO DE RESPUESTA A LA CONTAMINACIÓN, SUS HÁBITOS SEDENTARIOS Y SUS CICLOS DE VIDA RELATIVAMENTE LARGOS PERMITEN ESTABLECER CONSIDERACIONES DEL ESTADO DE SALUD EN UN SISTEMA ACUÁTICO (SANDOVAL Y MOLINA, 2000).

LAS RESPUESTAS DE LAS COMUNIDADES ACUÁTICAS A LAS PERTURBACIONES AMBIENTALES SON ÚTILES PARA EVALUAR EL IMPACTO DE LOS DISTINTOS TIPOS DE CONTAMINACIÓN, RESIDUOS MUNICIPALES, AGRÍCOLAS, INDUSTRIALES E IMPACTOS DE OTROS USOS DEL SUELO SOBRE LOS CURSOS DE AGUAS SUPERFICIALES.

ESTOS ESTUDIOS SUPONEN UNA HERRAMIENTA ADECUADA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CAUDALES ECOLÓGICOS. CON LA REALIZACIÓN DE ESTOS ESTUDIOS, SE LLEVAN A CABO ÍNDICES BIÓTICOS, BASADOS EN LA ORDENACIÓN Y PONDERACIÓN DE LAS ESPECIES DE MACROINVERTEBRADOS PRESENTES EN LAS AGUAS SEGÚN SU TOLERANCIA A LA CONTAMINACIÓN ORGÁNICA. ENTRE LOS EXISTENTES DESTACAMOS EL IBGN, ÍNDICE BIOLÓGICO GENERAL NORMALIZADO, Y EL BMWP, BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY.

LA INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR LOS DIFERENTES TIPOS DE ÍNDICES DEBE CONSIDERARSE CONJUNTAMENTE PARA PODER REVELAR CON FIDELIDAD EL ESTADO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS CONOCIENDO QUÉ ESPECIES ESTÁN PRESENTES TANTO LAS TOLERANTES COMO LAS INTOLERANTES A LA CONTAMINACIÓN, Y CÓMO SE ESTRUCTURAN DENTRO DE LA COMUNIDAD, SI EXISTE DOMINANCIA, ETC. PARA LA REALIZACIÓN DEL ÍNDICE ES NECESARIA LA TOMA DE MUESTRAS DE MACROINVERTEBRADOS, INVERTEBRADOS MAYOR DE 500 MICRAS, PARA ELLO, Y EN FUNCIÓN DEL ÍNDICE BIOLÓGICO A REALIZAR, SE ESTABLECERÁ EL PROTOCOLO DE CAMPO A SEGUIR PARA UN ADECUADO MUESTREO.

EL I.B.G.N. PERMITE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD GENERAL DE UN CURSO DE AGUA MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA MACROFAUNA BÉNTICA PROFUNDA, LA CUAL ESTÁ CONSIDERADA COMO INDICADOR DE CALIDAD DE LA MISMA. TAMBIÉN PERMITE LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DE UNA PERTURBACIÓN EN EL MEDIO RECEPTOR CUANDO ES APLICADO COMPARATIVAMENTE RÍO ARRIBA Y DEBAJO DE UN VERTIDO O DE ALGUNA OTRA PERTURBACIÓN. LOS INDIVIDUOS SON SELECCIONADOS Y DETERMINADOS HASTA EL NIVEL DE FAMILIA, EXCEPTO DONDE LA IDENTIFICACIÓN ES DELICADA. EL ÍNDICE ES CALCULADO MEDIANTE UNA TABLA, VARIANDO LOS VALORES ENTRE 0, MUY MALA CALIDAD, HASTA 20, MUY BUENA CALIDAD. EL B.M.W.P. PERMITE ESTIMAR LA CALIDAD DEL AGUA PARA EL ESTUDIO DE LA FAUNA BÉNTICA, EN FUNCIÓN DE LA TOLERANCIA FRENTE A LA POLUCIÓN ORGÁNICA. LOS INDIVIDUOS SON IDENTIFICADOS HASTA EL NIVEL DE FAMILIA. LA ESCALA DE VALORES DEL B.M.W.P VA DESDE 0 HASTA MÁS DE 250.

ESTE ÍNDICE ES DE CÁLCULO FÁCIL Y SE OBTIENE UNA EXPRESIÓN SINTÉTICA DE LA CALIDAD DEL AGUA, FÁCILMENTE ASIMILABLE POR CUALQUIER PERSONA. TENEMOS QUE AÑADIR QUE ÉSTE ÍNDICE ES MENOS REPRESENTATIVO QUE EL I.B.G.N. PUES BASTA CON LA PRESENCIA DE UN ÚNICO INDIVIDUO DE UNA ESPECIE PARA QUE SEA TENIDA EN CUENTA, ASÍ QUE PUEDEN ESTAR LOS RESULTADOS FALSEADOS POR EL FENÓMENO DE DERIVA DE LOS MACROINVERTEBRADOS RÍO ARRIBA DE LOS CURSOS DE AGUA. LOS MACROINVERTEBRADOS SON AQUÍ CONSIDERADOS COMO EXPRESIONES SINTÉTICAS DE LA CALIDAD GENERAL DE LOS CURSOS DE AGUA. EN CAMBIO, ÉSTAS TÉCNICAS NO PERMITEN SEPARAR DE LA CALIDAD GENERAL DEL AGUA, LA PARTE DEBIDA A LAS CONDICIONES FÍSICAS NATURALES DE UN CURSO DE AGUA Y LA PARTE DEBIDA A LAS PERTURBACIONES. ESTA INCÓGNITA SE ELIMINA UNA VEZ REALIZADAS DISTINTAS CAMPAÑAS QUE PERMITAN CONOCER DATOS HISTÓRICOS SOBRE LA FAUNA ACUÁTICA EXISTENTE EN EL RÍO.

2.2.6. CARACTERÍSTICAS DE LOS ÓRDENES, CLASES Y FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA

2.2.6.1. ORDEN EPHEMEROPTERA

2.2.6.1.1. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA

REINO	ANIMALIA
FILO :	ARTHROPODA
CLASE:	INSECTA
SUBCLASE:	PTERIGOTA
ORDEN :	EPHEMEROPTERA HYATT & ARMS. 1891
SUBÓRDENES:	SCHISTONOTA, PANNOTA.

LOS EFEMERÓPTEROS (EPHEMEROPTERA) SON UN ORDEN DE INSECTOS PTERIGOTOS, CONOCIDOS VULGARMENTE COMO EFÍMERAS, EFÉMERAS O CACHIPOLLAS. ES EL ORDEN DE INSECTOS ALADOS MÁS ANTIGUOS QUE EXISTE EN LA ACTUALIDAD. SE CONOCEN MÁS DE 3.000 ESPECIES QUE HABITAN TODAS LAS REGIONES BIOGEOGRÁFICAS EXCEPTO LA ANTÁRTIDA. LAS FASES JUVENILES SON ACUÁTICAS Y LOS ADULTOS SON FRÁGILES Y

DELICADOS, CON ALAS MEMBRANOSAS QUE NO PUEDEN PLEGARSE SOBRE EL ABDOMEN Y SE MANTIENEN EN POSICIÓN VERTICAL, Y DOS O TRES "COLAS" (CERCOS) EN LA EXTREMIDAD DEL ABDOMEN; SU VIDA EN LA FASE ADULTA ES MUY CORTA (HORAS O DÍAS), DE DONDE DERIVA EL NOMBRE DEL GRUPO (EN GRIEGO EPHEMEROS = QUE VIVE UN DÍA). SE LES SOLÍA AGRUPAR JUNTO CON LOS ODONATOS EN LA SECCIÓN PALAEOPTERA, GRUPO PARAFILÉTICO QUE INCLUYE LOS INSECTOS ALADOS MÁS PRIMITIVOS QUE SON INCAPACES DE PLEGAR LAS ALAS SOBRE EL ABDOMEN CUANDO ESTÁN EN REPOSO (BARBER *ET AL.*, 2008).

2.2.6.1.2. CARACTERÍSTICAS

LAS EFÍMERAS SON INSECTOS BLANDOS Y FRÁGILES. LA CABEZA ES PEQUEÑA, CON ANTENAS CORTAS Y GRANDES OJOS COMPUESTOS, LAS PIEZAS BUCALES ESTÁN REDUCIDAS Y LAS EFÍMERAS ADULTAS NO SE ALIMENTAN. EL TÓRAX POSEE EL MESOTÓRAX (EL SEGUNDO SEGMENTO) MUCHO MÁS DESARROLLADO QUE EL PRIMERO (PROTÓRAX) Y EL TERCERO (METATÓRAX), UNO O DOS PARES DE ALAS DELICADAS PROVISTAS DE NUMEROSAS VENAS; LAS ALAS POSTERIORES, CUANDO EXISTEN, SON SIEMPRE MUCHO MENORES QUE LAS ANTERIORES; LAS ALAS NO PUEDEN PLEGARSE SOBRE EL ABDOMEN, DE MODO QUE CUANDO EL INSECTO SE POSA LAS MANTIENE EXTENDIDAS EN POSICIÓN MÁS O MENOS VERTICAL. LAS PATAS ANTERIORES DE LOS MACHOS SON RELATIVAMENTE LARGAS Y LAS USAN PARA SUJETAR A LA HEMBRA DURANTE EL APAREAMIENTO; EN ALGUNAS FAMILIAS LAS PATAS SON VESTIGIALES. EL ABDOMEN CONSTA DE DIEZ SEGMENTOS Y POSEE DOS O TRES LARGOS CERCOS ("COLAS") EN SU EXTREMO; LOS MACHOS POSEEN UN PAR DE PENES PARA LA CÓPULA (BARBER *ET AL.*, 2008).

2.2.6.1.3. BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA

LOS EFEMERÓPTEROS SE REPRODUCEN TANTO PARTENOGENÉTICAMENTE COMO SEXUALMENTE; SON OVÍPAROS Y EXCEPCIONALMENTE OVOVIVÍPAROS.

2.2.6.1.4. NINFAS

LAS NINFAS, DENOMINADAS NÁYADES, SON ENTERAMENTE ACUÁTICAS, HABITANDO ESPECIALMENTE LOS CURSOS DE AGUA, PERO TAMBIÉN LAGOS, LAGUNAS, BALSAS TANTO DE AGUA DULCE COMO SALOBRE. EL DESARROLLO NINFAL ES MUCHO MÁS LARGO QUE LA VIDA DEL ADULTO. SUELE DURAR UN AÑO, AUNQUE EN ALGÚN CASO (*EPHEMERA DANICA*) DURA DOS AÑOS, Y EN OTROS -EN ZONAS TROPICALES- SE TIENEN DOS PUESTAS EN UN AÑO, REGISTRÁNDOSE EN ALGÚN CASO 27 MUDAS. SON BÁSICAMENTE HERBÍVORAS Y SE ALIMENTAN DE RESTOS VEGETALES Y ALGAS. RESPIRAN MEDIANTE BRANQUIAS TRAQUEALES EN FORMA DE LÁMINAS SITUADAS EN LOS LADOS DEL ABDOMEN; EL OXÍGENO SE DIFUNDE A SU TRAVÉS DESDE EL AGUA. LAS NINFAS DE ESPECIES QUE VIVEN EN CURSOS DE AGUA SON ARRASTRADAS POR LA CORRIENTE RÍO ABAJO, FENÓMENO QUE SE COMPENSA POR PARTE DE LOS ADULTOS, QUE VUELAN RÍO ARRIBA PARA APAREARSE.

2.2.6.1.5. ADULTOS

LOS EFEMERÓPTEROS SON LOS ÚNICOS INSECTOS QUE MUDAN DESPUÉS DE HABER ALCANZADO LA FASE ADULTA; LA NINFA ACUÁTICA REALIZA SU METAMORFOSIS SOBRE EL AGUA, Y DE ELLA SURGE UN SUBIMAGO INMADURO QUE VUELA HASTA UN LUGAR SECO DONDE, AL CABO DE UNAS HORAS, VUELVEN A MUDAR CONVIRTIÉNDOSE EN INSECTOS MADUROS. LA VIDA DE LOS ADULTOS ES MUY CORTA; MUCHAS ESPECIES VIVEN MENOS DE UN DÍA: EMERGEN AL ATARDECER Y POR LA MAÑANA HAN MUERTO; SU ÚNICA MISIÓN ES EL APAREAMIENTO Y LA PUESTA DE LOS HUEVOS; OTRAS VIVEN HASTA UNA SEMANA. (BARBER *ET AL.*, 2008) EL APAREAMIENTO TIENE LUGAR EN EL AIRE; LOS MACHOS REALIZAN VUELO NUPCIAL FORMANDO ENJAMBRES QUE SE DESPLAZAN VERTICALMENTE ARRIBA Y ABAJO, Y HORIZONTALMENTE A LO LARGO DEL RÍO; LAS HEMBRAS SE ACERCAN AL ENJAMBRE Y CONSIGUEN QUE UNO O VARIOS MACHOS LO ABANDONEN PARA SEGUIRLA Y APAREARSE. LAS HEMBRAS DEPOSITAN LOS HUEVOS EN EL AGUA, DE UNO EN UNO O EN TANDAS; ALGUNAS ESPECIES LOS DEJAN CAER MIENTRAS LA SOBREVUELAN, Y OTRAS SE SUMERGEN, MURIENDO TRAS LA PUESTA. SON VOLADORES MEDIOCRES QUE SE ALEJAN POCO DEL AGUA.

CON FRECUENCIA, TODAS LAS NINFAS DE UNA POBLACIÓN ECLOSIONAN AL MISMO TIEMPO, CON LO QUE DURANTE ALGUNOS DÍAS SE PRODUCE UNA EXPLOSIÓN DEMOGRÁFICA QUE LO CUBRE TODO CON EFÍMERAS. LOS ADULTOS VUELAN AL ANOCHECER EN GRANDES ENJAMBRES Y SON ATRAÍDOS POR LA LUZ ARTIFICIAL. SE DESCONOCE CUÁL ES EL MECANISMO POR EL CUAL TODAS LAS NINFAS SINCRONIZAN SU EMERGENCIA.

2.2.6.2. ORDEN PLECÓPTERA

2.2.6.2.1. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA

REINO	ANIMALIA
FILO	ARTHROPODA
SUPERCLASE	HEXÁPODA
CLASE	INSECTA
SUBCLASE	PTERYGOTA
INFRACLASE	NEOPTERA
ORDEN	PLECÓPTERA BURMEISTER, 1839
SUBÓRDENES	ANTARCTOPERLARIA ARCTOPERLARIA EUHOLOGNATHA SYSTELLOGNATHA

LOS PLECÓPTEROS (PLECÓPTERA, DEL GRIEGO PLEIKEIN, "TRENZADO" Y PTERON, "ALA") SON UN ORDEN DE INSECTOS NEÓPTEROS, CON 1.900 ESPECIES REGISTRADAS EN EL MUNDO. SE CREE QUE ES UNO DE LOS GRUPOS MÁS PRIMITIVOS DE INSECTOS ALADOS MUY EMPARENTADOS CON FORMAS DEL PERIODO CARBONÍFERO Y PÉRMICO.

2.2.6.2.2. CARACTERÍSTICAS

LOS PLECÓPTEROS SON INSECTOS POCO COMUNES Y SE ENCUENTRAN CERCA DE LAGOS O VERTIENTES. POSEEN UNA HEMIMETAMORFOSIS DONDE LOS ESTADOS NINFALES SON ACUÁTICOS Y LOS ADULTOS VOLADORES. LAS NINFAS SON APLANADAS, CON APARATO BUCAL MASTICADOR Y TIENEN LARGOS CERCOS Y ANTENAS. LOS ADULTOS SON RELATIVAMENTE GRANDES, CON CUATRO ALAS MEMBRANOSAS QUE EN REPOSO SE PLIEGAN SOBRE EL ABDOMEN. LOS ADULTOS TAMBIÉN POSEEN CERCOS Y ANTENAS LARGAS. ESTE ORDEN NO TIENE IMPORTANCIA AGRÍCOLA, PERO A VECES SE USAN COMO INDICADORES DE CONTAMINACIÓN DE AGUAS.

2.2.6.2.3. BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA

LAS NINFAS SON ANIMALES ACUÁTICOS Y VIVEN EN LA ZONA MÁS PROFUNDA DE LAGOS Y ARROYOS. LAS NINFAS DE LOS PLECÓPTEROS SON CAZADORES DE OTROS ARTRÓPODOS ACUÁTICOS O COMEDORES DE VEGETALES. ALGUNOS FORRAJEAN INCLUSO LAS ALGAS BÉNTICAS. ANTES DE ALCANZAR EL ESTADIO DE IMAGO PASAN POR SUCEASIVAS TRANSFORMACIONES (ECDISIS) ANTES DE EMERGER DEL AGUA PARA HACER UNA VIDA ADULTA TERRESTRE. HAY POCAS ESPECIES SIN ALAS COMO *CAPNIA LACUSTRA* Y ES EL ÚNICO CONOCIDO QUE ES SIEMPRE ACUÁTICO.

TODAS LAS ESPECIES DE PLECÓPTERA SON INTOLERANTES A LA CONTAMINACIÓN Y SU PRESENCIA EN CORRIENTES O EN AGUAS ES SUFICIENTE INDICADOR DE BUENA A EXCELENTE CALIDAD DEL AGUA. LOS PLECÓPTEROS SE ENCUENTRA EN AMBOS HEMISFERIOS Y LAS POBLACIONES SON MUY DISTINTAS AUNQUE LAS EVIDENCIAS DE SU EVOLUCIÓN SUGIERE QUE HUBO ESPECIES QUE CRUZARON EL ECUADOR UN NÚMERO DE OCASIONES ANTES DE SEGUIR EL AISLAMIENTO GEOGRÁFICO.

2.2.6.3. ORDEN TRICHOPTERA

2.2.6.3.1. CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA

REINO	ANIMALIA
FILO	ARTHROPODA
SUPERCLASE	HEXÁPODA

CLASE	INSECTA
SUBCLASE	PTERYGOTA
INFRACLASE	NEOPTERA
SUPERORDEN	ENDOPTERYGOTA
ORDEN	TRICHOPTERA KIRBY, 1813
SUBÓRDENES	ANNULIPALPIA SPICIPALPIA INTEGRIPALPIA

LOS TRICÓPTEROS O FRIGÁNEAS (TRICHOPTERA, DEL GRIEGO TRICHOS, "PELO" Y PTERON, "ALA") SON UN ORDEN DE INSECTOS ENDOPTERIGOTOS (CON METAMORFOSIS COMPLETA) CUYAS LARVAS Y PUPAS SON ACUÁTICAS, Y VIVEN DENTRO DE PEQUEÑOS ESTUCHES EN FORMA DE TUBO QUE ELLAS MISMAS FABRICAN A BASE DE SEDA A LA QUE ADHIEREN GRANOS DE ARENA, RESTOS VEGETALES, ETC. LOS ADULTOS SON AÉREOS, Y SE CARACTERIZAN POR PRESENTAR DOS PARES DE LAS ALAS CUBIERTAS DE PELOS QUE, EN POSICIÓN DE REPOSO, SE PLIEGAN SOBRE EL CUERPO EN FORMA DE TEJADO. SE CONOCEN ENTRE 7.000 Y 10.000 ESPECIES.

2.2.6.3.2. CARACTERÍSTICAS

2.2.6.3.2.1. ADULTOS

LA CABEZA POSEE DOS OJOS COMPUESTOS BIEN DESARROLLADOS Y, A VECES TRES OCELOS; LAS ANTENAS SON LARGAS Y FILIFORMES. LAS PIEZAS BUCALES SON DE TIPO LAMEDOR CON LAS MANDÍBULAS GENERALMENTE VESTIGIALES; LAS MAXILAS Y EL LABIO CONTRIBUYEN A LA FORMACIÓN DE UNA PROBÓSCIDE (HAUSTELO) CON LA QUE TOMAN LÍQUIDOS.

EL TÓRAX PRESENTA LOS TRES SEGMENTOS BIEN DESARROLLADOS, CON PATAS LARGAS Y DELGADAS PROVISTAS DE ESPINAS, Y DOS PARES DE ALAS MEMBRANOSAS DENSAMENTE RECUBIERTAS DE PELOS Y CON MUY POCAS VENAS TRANSVERSALES.

EL ABDOMEN POSEE 10 SEGMENTOS, DE LOS CUALES LOS ÚLTIMOS ESTÁN MODIFICADOS Y CONSTITUYEN LA GENITALIA. LOS ADULTOS DE LOS TRICÓPTEROS SON INSECTOS

VOLADORES Y POCO LLAMATIVOS, PARECIDOS A PEQUEÑAS MARIPOSAS, QUE SE MUESTRAN ACTIVOS PRINCIPALMENTE POR LA NOCHE Y AL ATARDECER.

2.2.6.3.2.2. LARVA

LAS LARVAS SON ACUÁTICAS, DE TIPO CAMPODEIFORME O ERUCIFORME, CON CABEZA BIEN DESARROLLADA, TRES PARES DE PATAS, Y SE DIFERENCIAN DE LAS LARVAS DE TODOS LOS DEMÁS INSECTOS POR PRESENTAR UN PAR DE FALSAS PATAS ANALES (PIGÓPODOS) PROVISTAS DE FUERTES UÑAS. POSEEN GLÁNDULAS PRODUCTORAS DE SEDA QUE SE ABREN EN EL LABIO; LA SEDA ES USADA PARA CONSTRUIR UNA GRAN VARIEDAD DE ESTRUCTURAS LARVIARIAS. RESPIRAN POR TRAQUEOBRANQUIAS DE FORMA FILAMENTOSA LOCALIZADAS SOBRE EL ABDOMEN.

2.2.6.3.3. BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA

LOS TRICÓPTEROS SE REPRODUCEN SEXUALMENTE. EL APAREAMIENTO SUELE REALIZARSE ENTRE LA VEGETACIÓN; LAS HEMBRAS DEPOSITAN LA PUESTA EN EL AGUA, A VECES EN GRANDES MASAS DE HASTA 700 HUEVOS, EN ALGUNOS CASOS INTRODUCIENDO EL ABDOMEN, Y EN OTROS SUMERGIÉNDOSE POR COMPLETO; ALGUNAS ESPECIES DEPOSITAN LOS HUEVOS FUERA DEL AGUA, EN ZONAS DE INUNDACIÓN PERIÓDICA. LA FASE LARVAL SUELE COMPRENDER CINCO ESTADIOS DIFERENTES. LAS PUPAS VIVEN DENTRO DE ESTUCHES ESPECIALES, DONDE SE PRODUCE LA METAMORFOSIS.

EN EL CASO DE LOS INTEGRIPALPOS, QUE YA POSEEN ESTUCHES EN ESTADO LARVARIO, OBTURAN LA OBERTURA MEDIANTE UNA SECRECIÓN; POR LO QUE RESPECTA A LOS ANULIPALPOS, LAS LARVAS TEJEN UN CAPULLO, TANTO SI LAS LARVAS VIVÍAN EN ESTUCHES COMO SI NO. TRAS LA METAMORFOSIS, LA PUPA SE LIBERA DE SU ENVOLTURA Y SE DESPLAZA ACTIVAMENTE HACIA LA ORILLA HASTA ENCONTRAR UN SUBSTRATO ADECUADO, EN GENERAL VEGETACIÓN, PARA LA EMERGENCIA DEL ADULTO.

LOS ESTADIOS PREIMAGINALES, SON UN COMPONENTE IMPORTANTE Y ABUNDANTE EN LAS COMUNIDADES ACUÁTICAS, CONSTITUYENDO UN ES LABÓN ESENCIAL EN LA

TRANSFERENCIA DE ENERGÍA A LOS NIVELES SUPERIORES DE LA CADENA TRÓFICA. ADEMÁS, SON UNOS EXCELENTES BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA, TANTO POR SU CONSTANCIA EN LOS HÁBITATS DE AGUAS CORRIENTES COMO POR SU HABILIDAD PARA EXPLOTARLOS Y SU SENSIBILIDAD ANTE LAS ALTERACIONES DEL MEDIO.

2.2.7. ¿QUÉ ES EL MONITOREO Y PARA QUÉ SIRVE?

EL MONITOREO DE UN RÍO CONSISTE EN DETERMINAR LOS CAMBIOS OCURRIDOS EN EL AGUA, LOS ANIMALES Y LA TIERRA QUE LE RODEA, A TRAVÉS DE VARIAS OBSERVACIONES O ESTUDIOS, ASÍ PODEMOS DESCUBRIR LAS ENFERMEDADES DEL RÍO Y SUGERIR EL TRATAMIENTO NECESARIO PARA SANARLO. PARA QUE ESTE EXAMEN SEA MÁS EXACTO, ES IMPORTANTE TOMAR DATOS EN DIFERENTES PARTES DEL RÍO; DE ESTE MODO, PUEDE COMPARAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO RIO ARRIBA Y RIO ABAJO, O DE ACUERDO CON LOS AMBIENTES QUE LO RODEAN O CON LAS ACTIVIDADES QUE SUCEDEN EN SUS PROXIMIDADES.

POR EJEMPLO, EL RÍO PUEDE ESTAR MÁS SANO CUANDO PASA CERCA DEL BOSQUE NATIVO, QUE CUANDO PASA CERCA DE LAS CHACRAS, PORQUE LOS QUÍMICOS USADOS PARA LOS CULTIVOS CONTAMINAN EL AGUA. PARA EXAMINAR EL AGUA EXISTEN VARIAS FORMAS, LA FORMA MÁS RÁPIDA, BARATA Y FÁCIL: EL MONITOREO CON MACROINVERTEBRADOS (QUIJJE, 2012).

2.2.8. ÍNDICES BIÓTICOS

EL CONOCIMIENTO DE LA ESTRUCTURA DE LOS ORGANISMOS Y SUS CAMBIOS EN NÚMERO Y ABUNDANCIA DE ESPECIES HA SIDO UNA PREGUNTA QUE SIEMPRE HA INTERESADO A LOS ECÓLOGOS. DICHOS CAMBIOS EN LOS ECOSISTEMAS YA SEA POR ESTRÉS O CONTAMINACIÓN SON APARENTES, LO QUE HA LLEVADO A INVESTIGAR LA MANERA DE COMO CUANTIFICAR ESTOS CAMBIOS, UNA DE LAS APROXIMACIONES ES EL USO DE MEDICIONES BASADAS EN ORGANISMOS INDICADORES (RAZ, 2000).

LOS ÍNDICES BIOLÓGICOS SE UTILIZAN EN FORMA COMPLEMENTARIA A LOS ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS; AUNQUE CON SU APLICACIÓN ES IMPOSIBLE IDENTIFICAR LOS AGENTES CONTAMINANTES EXISTENTES, SUS VENTAJAS NO SE LIMITAN AL MOMENTO DE TOMA DE LA MUESTRA, PUESTO QUE PERMITEN DESCUBRIR CAMBIOS PRODUCIDOS A LO LARGO DEL TIEMPO, YA QUE LOS ORGANISMOS VIVOS PRESENTAN ADAPTACIONES EVOLUTIVAS A UNAS DETERMINADAS CONDICIONES AMBIENTALES Y TIENEN UNOS LÍMITES DE TOLERANCIA A LAS DIFERENTES ALTERACIONES, LO QUE PERMITE TENER UNA CIERTA VISIÓN HISTÓRICA DE LOS ACONTECIMIENTOS OCURRIDOS EN UN PERÍODO, EN FUNCIÓN DE LA DINÁMICA DE LAS COMUNIDADES BIOLÓGICAS PRESENTES (ÁLVAREZ, 2005).

EN LA DÉCADA DE LOS AÑOS CINCUENTA COMENZARON A UTILIZARSE DIFERENTES METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL USO DE INDICADORES BIOLÓGICOS Y SE PROPUSIERON MÉTODOS BIOLÓGICOS PARA EVALUAR LAS CONDICIONES ECOLÓGICAS DE LAS CORRIENTES DE AGUA. AL FINAL DE LOS AÑOS CINCUENTA Y PRINCIPIO DE LOS SESENTA COMENZÓ A DISCUTIRSE EL CONCEPTO DE DIVERSIDAD DE ESPECIES BASADA EN ÍNDICES MATEMÁTICOS DERIVADOS FUNDAMENTALMENTE DE LA TEORÍA DE LA INFORMACIÓN.

LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD TIENEN UNA LARGA HISTORIA EN ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN, AUNQUE SU UTILIDAD HA SIDO CON FRECUENCIA CUESTIONADA, UNA CONTAMINACIÓN INTERMEDIA PUEDE ESTAR ASOCIADA CON EL INCREMENTO DE LA DIVERSIDAD ANTES DE QUE LAS CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DECLINEN HASTA LLEGAR A UNA CONTAMINACIÓN SEVERA. CUANDO SE USAN ÍNDICES DE DIVERSIDAD O SIMILITUD SE CALCULAN NORMALMENTE PARA UN GRUPO TAXONÓMICO DADO O UN GRUPO ESTRUCTURAL DE TAMAÑO DETERMINADO, EN EL CASO DE UN AMBIENTE ACUÁTICO, TALES GRUPOS PUEDEN SER MACROINVERTEBRADOS, PECES, DIATOMEAS, ETC, ESTABLECE QUE UN ÍNDICE DE DIVERSIDAD ES UNA RELACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE ESPECIES E INDIVIDUOS Y QUE DEBE INCLUIR LA DISTRIBUCIÓN DE LA ABUNDANCIA.

LA CONFECCIÓN DE LOS ÍNDICES BIÓTICOS CON LLEVA A LA REALIZACIÓN DE UN INVENTARIO DE LAS ESPECIES PRESENTES EN UN DETERMINADO LUGAR, DE LA MANERA MÁS ESPECIFICA POSIBLE, ESTO ACTUALIZA LOS CONOCIMIENTOS TAXONÓMICOS Y DE

COMPOSICIÓN SOBRE LA FAUNA ACUÁTICA, QUE EN ALGUNOS GRUPOS NO SE CONOCÍA. PARA LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS, LOS ÍNDICES DE DIVERSIDAD SON BÁSICAMENTE UNA APROXIMACIÓN A LA CALIDAD BIOLÓGICA A TRAVÉS DE LA ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD, EN CAMBIO LOS ÍNDICES BIÓTICOS SON UNA APROXIMACIÓN A LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA HACIENDO USO DEL CONCEPTO ORGANISMO INDICADOR, AUNQUE ESTOS NO REPRESENTEN LA ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD.

LOS ÍNDICES BIÓTICOS SON ALTAMENTE ESPECIALIZADOS PARA UN TIPO PARTICULAR DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA, QUE NORMALMENTE ES DE ORIGEN ORGÁNICA. CADA UNO DE LOS ÍNDICES ESTÁ LIMITADO AL ÁREA GEOGRÁFICA EN DONDE LOS ORGANISMOS TOLERANTES FUERON INTEGRADOS, DE UN AMBIENTE A OTRO ESTOS PUEDEN VARIAR. POR OTRO LADO EXISTEN ÍNDICES BIÓTICOS ESPECIALIZADOS PARA DETERMINADO GRUPO TAXONÓMICO Y PARA DIFERENTES ECOS REGIONES.

SEGÚN DE LA LANZA *ET AL.*, (2000) EXISTEN NUMEROSOS ÍNDICES QUE SE HAN DESARROLLADO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA CON BASE EN LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA QUE SE PRESENTA EN EL SITIO. ALGUNOS DE ELLOS, COMO EL ÍNDICE DE SHANNON Y WEAVER (1948), SIMPSON (1949) Y MARGALEF (1951) QUE SE UTILIZAN NORMALMENTE PARA ESTIMAR LA BIODIVERSIDAD, SE PUEDEN UTILIZAR EN EL MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA CON SUS RESPECTIVAS ESCALAS DE CALIFICACIÓN.

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

LA LEY DE AGUAS CODIFICACIÓN 16, REGISTRO OFICIAL 339 DE 20 DE MAYO DEL 2004, EN SU CAPÍTULO II DE LA CONTAMINACION ART. 22, DICE:

PROHÍBESE TODA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS QUE AFECTE A LA SALUD HUMANA O AL DESARROLLO DE LA FLORA O DE LA FAUNA.

LA SECRETARIA NACIONAL DEL AGUA EN COLABORACIÓN CON EL MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y LAS DEMÁS ENTIDADES ESTATALES, APLICARÁ LA POLÍTICA QUE PERMITA EL CUMPLIMIENTO DE ESTA DISPOSICIÓN.

SE CONCEDE ACCIÓN POPULAR PARA DENUNCIAR LOS HECHOS QUE SE RELACIONAN CON CONTAMINACIÓN DE AGUA. LA DENUNCIA SE PRESENTARÁ EN LA DEFENSORÍA DEL PUEBLO.

LA POLÉMICA LEY DISPONE QUE LA AUTORIDAD ÚNICA DEL AGUA EJERZA LA DIRECTRIZ DEL SISTEMA NACIONAL ESTRATÉGICO DEL LÍQUIDO VITAL, CUYA CONFORMACIÓN INCLUYA UN CONSEJO PLURICULTURAL Y PLURINACIONAL QUE ACTUARÁ COMO UNA INSTANCIA DE PARTICIPACIÓN EN LA FORMULACIÓN Y CONTROL DE POLÍTICAS PÚBLICAS DEL AGUA (POG).

SE PUEDE VER QUE CON LAS DISPOSICIONES EN LA LEY SOBRE EL AGUA SE PRETENDE LA PROTECCIÓN DEL VALIOSO RECURSO Y SE TRATA DE INTEGRAR LAS ACCIONES POLÍTICAS PARA ESTE FIN.

LA CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR AÑO 2008, EN SU CAPÍTULO SEGUNDO, SECCIÓN SEGUNDA, ARTÍCULO 14; EXPRESA:

“RECONOCE EL DERECHO DE LA POBLACIÓN DE VIVIR EN UN AMBIENTE SANO Y ECOLÓGICAMENTE EQUILIBRADO, QUE GARANTICE LA SOSTENIBILIDAD Y EL BUEN VIVIR, SUMAK KAWSAY”.

LA CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA QUIERE CON ESTO GARANTIZAR EL DERECHO DE VIVIR EN UN AMBIENTE SANO Y SALUDABLE QUE ENGLOBA TODO EL AMBIENTE QUE NOS RODEA ES POR ESTO QUE ES IMPORTANTE TOMAR EN CONSIDERACIÓN TODAS LAS ACCIONES ENCAMINADAS A ALCANZAR ESTE PROPÓSITO.

EN EL TÍTULO IX SUPREMACÍA DE LA CONSTITUCIÓN, CAPÍTULO PRIMERO, ART. 425 EXPRESA:

EL ORDEN JERÁRQUICO DE APLICACIÓN DE LAS NORMAS SERÁ EL SIGUIENTE: LA CONSTITUCIÓN; LOS TRATADOS Y CONVENIOS INTERNACIONALES; LAS LEYES ORGÁNICAS; LAS LEYES ORDINARIAS; LAS NORMAS REGIONALES Y LAS ORDENANZAS DISTRITALES; LOS

DECRETOS Y REGLAMENTOS; LAS ORDENANZAS; LOS ACUERDOS Y LAS RESOLUCIONES; Y LOS DEMÁS ACTOS Y DECISIONES DE LOS PODERES PÚBLICOS.

EN CASO DE CONFLICTO ENTRE NORMAS DE DISTINTA JERARQUÍA, LA CORTE CONSTITUCIONAL, LAS JUEZAS Y JUECES, AUTORIDADES ADMINISTRATIVAS Y SERVIDORAS Y SERVIDORES PÚBLICOS, LO RESOLVERÁN MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA NORMA JERÁRQUICA SUPERIOR. LA JERARQUÍA NORMATIVA CONSIDERARÁ, EN LO QUE CORRESPONDA, EL PRINCIPIO DE COMPETENCIA, EN ESPECIAL LA TITULARIDAD DE LAS COMPETENCIAS EXCLUSIVAS DE LOS GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS.

EN EL CAPÍTULO SEGUNDO DE BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES, EN LA SECCIÓN SEGUNDA DE NATURALEZA Y AMBIENTE, EN EL ART. 396. ESTABLECE QUE:

EL ESTADO ADOPTARÁ LAS POLÍTICAS Y MEDIDAS OPORTUNAS QUE EVITEN LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS, CUANDO EXISTA CERTIDUMBRE DE DAÑO, EN CASO DE DUDA SOBRE EL IMPACTO AMBIENTAL DE ALGUNA ACCIÓN U OMISIÓN, AUNQUE NO EXISTA EVIDENCIA CIENTÍFICA DEL DAÑO, EL ESTADO ADOPTARÁ MEDIDAS PROTECTORAS EFICACES Y OPORTUNAS.

LA RESPONSABILIDAD POR DAÑOS AMBIENTALES ES OBJETIVA. TODO DAÑO AL AMBIENTE, ADEMÁS DE LAS SANCIONES CORRESPONDIENTES, IMPLICARÁ TAMBIÉN LA OBLIGACIÓN DE RESTAURAR INTEGRALMENTE LOS ECOSISTEMAS E INDEMNIZAR A LAS PERSONAS Y COMUNIDADES AFECTADAS.

CON ESTE ARTÍCULO EL ESTADO SE COMPROMETE A LA PARTICIPACIÓN DIRECTA EN LA PRESERVACIÓN DEL AMBIENTE Y DE SER EL CASO DE TOMAR LAS MEDIDAS PARA SU RESTAURACIÓN.

EL ART. 399 DICE QUE:

“EL EJERCICIO INTEGRAL DE LA TUTELA ESTATAL SOBRE EL AMBIENTE Y LA CORRESPONSABILIDAD DE LA CIUDADANÍA EN SU PRESERVACIÓN, SE ARTICULARÁ A

TRAVÉS DE UN SISTEMA DE GESTIÓN INTEGRAL AMBIENTAL, QUE TENDRÁ A SU CARGO LA DEFENSORÍA DEL AMBIENTE Y LA NATURALEZA.”

LA LEY PREVÉ LA PARTICIPACIÓN CORRESPONSABLE DE LA CIUDADANÍA, EN LA PRESERVACIÓN DEL AMBIENTE, LO QUE UNA VEZ MÁS INVOLUCRA EL AGUA Y ARTICULA SU ACCIONAR CON EL ESTADO A TRAVÉS DEL SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL PARA LA DEFENSORÍA DEL AMBIENTE Y LA NATURALEZA.

EN LA SECCIÓN SÉPTIMA; BIÓSFERA, ECOLOGÍA URBANA Y ENERGÍAS RENOVABLES.

EL ART. 415. ESTABLECE QUE:

EL ESTADO CENTRAL Y LOS GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS ADOPTARÁN POLÍTICAS INTEGRALES Y PARTICIPATIVAS DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL URBANO Y DE USO DEL SUELO, QUE PERMITAN REGULAR EL CRECIMIENTO URBANO, EL MANEJO DE LA FAUNA URBANA E INCENTIVEN EL ESTABLECIMIENTO DE ZONAS VERDES. LOS GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS DESARROLLARÁN PROGRAMAS DE USO RACIONAL DEL AGUA, Y DE REDUCCIÓN, RECICLAJE Y TRATAMIENTO ADECUADO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS. SE INCENTIVARÁ Y FACILITARÁ EL TRANSPORTE TERRESTRE NO MOTORIZADO, EN ESPECIAL MEDIANTE EL ESTABLECIMIENTO DE CICLO VÍAS.

UNA VEZ MÁS CON ESTE ARTÍCULO LA CONSTITUCIÓN DETERMINA LA PARTICIPACIÓN DE LOS GOBIERNOS SECCIONALES EN LOS PLANES DE MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES, DE HECHO DEL AGUA, MOTIVANDO EL DESARROLLO DE PROGRAMAS DE TRATAMIENTO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS QUE TANTO PERJUDICAN AL AMBIENTE.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. MÉTODOS

PARA ESTÁ INVESTIGACIÓN SE UTILIZÓ LOS SIGUIENTES MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN:

3.1.1.1. MÉTODO EXPLORATORIO

ESTA PERMITIÓ LA FAMILIARIZACIÓN CON LOS GRUPOS DE MACROINVERTEBRADOS QUE SE ENCONTRABAN PRESENTES Y SU RELACIÓN CON LA CALIDAD DE AGUA. SUS ALCANCES SERÁN PRÁCTICOS EN LA MEDIDA QUE SEAN APLICADOS POR PARTE DE LAS INSTITUCIONES QUE DESARROLLAN LAS LABORES DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA.

3.1.1.2. MÉTODO DE OBSERVACIÓN

SE PROGRAMARON Y REALIZARON SALIDAS DE CAMPO CON EL OBJETIVO DE OBSERVAR LAS CONDICIONES Y ACTIVIDADES QUE SE LLEVAN A CABO EN EL TRAMO DE ESTUDIO.

LUEGO DEL RECORRIDO SE DEFINIERON TRES ESTACIONES DE MUESTREO, UNA AL INICIO DEL RECORRIDO, LA SEGUNDA EN LA PARTE MEDIA Y LA TERCERA EN LA PARTE FINAL DEL TRAMO.

3.1.1.3. METODOLOGÍA PARA TOMA DE MUESTRAS

SE CONSIDERÓ LA METODOLOGÍA PROPUESTA POR ROLDÁN (1992) PARA ECOSISTEMAS LÓTICOS. EN CADA UNO DE LOS PUNTOS DE MUESTREO, USANDO LA RED SURBER, SE TOMARON SEIS SUBMUESTRAS EN CADA ESTACIÓN, DISCRIMINANDO COMO SITIOS ANTES Y DESPUÉS DE LAS ESTACIONES SELECCIONADAS. EN CADA CASO; TRES SUBMUESTRAS ANTES, TRES SUBMUESTRAS DESPUÉS. SE REGISTRARON LAS COORDENADAS Y LA ALTITUD DE CADA ESTACIÓN DE MUESTREO. SE UTILIZÓ LA RED SURBER, EL MARCO SE COLOCÓ SOBRE EL SUSTRATO Y SEGUIDAMENTE CON LAS MANOS SE REMOVIÓ EL MATERIAL DENTRO DEL ÁREA ENMARCADA POR UN LAPSO DE TIEMPO (5 A 10 MINUTOS) LAS ESPECIES DE MACROINVERTEBRADOS QUEDARON ATRAPADAS EN LA RED COLOCADA

CONTRACORRIENTE, SE UTILIZÓ PINZAS Y PINCELES PARA DESPRENDER LOS ESPECÍMENES QUE QUEDAN ATRAPADOS EN LA RED.

3.1.1.4. METODOLOGÍA DE LABORATORIO

UNA VEZ TOMADAS LAS MUESTRAS SE LIMPIÓ Y SEPARO EL MATERIAL, SE COLOCARON LOS ESPECÍMENES EN PEQUEÑOS FRASCOS PLÁSTICOS PARA SER CONSERVADOS EN FORMA INDIVIDUAL EN ALCOHOL AL 70%, CADA FRASCO DEBIDAMENTE ETIQUETADO CON LA FORMACIÓN DEL LUGAR DE RECOLECCIÓN, FECHA, RECOLECTOR Y NÚMERO DE LA MUESTRA.

POSTERIORMENTE SE UTILIZÓ UN ESTEREOMICROSCOPIO PARA TOMAR FOTOS A LA MICROFAUNA DE CADA ESPÉCIMEN Y SE PROCEDIÓ A CLASIFICARLOS USANDO PARA ELLO UN MANUAL.

A TRAVÉS DE ESTE PROCESO SE OBTUVO LA INFORMACIÓN DIRECTAMENTE EN EL ÁREA OBJETO DE LA INVESTIGACIÓN DETERMINANDO LAS CARACTERÍSTICAS QUE PERMITIERON DESARROLLAR LA PROPUESTA ALTERNATIVA.

3.1.1.5. MÉTODO INDUCTIVO

ESTE MÉTODO PERMITIÓ OBSERVAR FENÓMENOS PARTICULARES LLEGANDO A CONCLUSIONES Y PREMISAS GENERALES, PARA DEFINIR LOS PROBLEMAS QUE SE PRESENTAN Y PODER DETERMINAR ALTERNATIVAS.

3.1.1.6. MÉTODO DEDUCTIVO

POR MEDIO DE ESTE MÉTODO SE OBSERVÓ LOS CASOS GENERALES QUE OCURREN EN LA ZONA DE ESTUDIO CON EL PROPÓSITO DE DEFINIR PARTICULARIDADES DE LA INVESTIGACIÓN, PARA FORTALECER LA PROPUESTA ALTERNATIVA.

3.1.1.7. MÉTODO DE ANÁLISIS

ES EL QUE PERMITIÓ IDENTIFICAR CADA UNA DE LAS PARTES QUE CARACTERIZAN AL FENÓMENO A INVESTIGAR, ESTABLECIENDO LA RELACIÓN CAUSA – EFECTO ENTRE SUS ELEMENTOS.

3.1.1.8. MÉTODOS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

SE REALIZARON POLÍGONOS DE FRECUENCIA E HISTOGRAMAS DE DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN, RIQUEZA DE ÓRDENES Y FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS, SE DETERMINARON TAMBIÉN MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL (MEDIA Y MEDIANA) Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR.

3.1.1.9. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

SE CARACTERIZA POR LA TOMA DE INFORMACIÓN ESCRITA, GRÁFICA Y AUDIO VISUAL QUE SE ENCUENTRAN EN DIFERENTES ARCHIVOS O CENTROS DE INFORMACIÓN, QUE CONSTAN EN LIBROS, REVISTAS, FOLLETOS, INTERNET ETC.

3.1.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.1.2.1. POBLACIÓN

LA POBLACIÓN ESTUVO CONSTITUIDA POR TRES SECTORES DE LA PARTE NORTE DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA REPRESA BABA QUE VA DESDE EL PUENTE DE LA PARROQUIA PATRICIA PILAR HASTA LA COLA DEL EMBALSE PASANDO POR LOS POBLADOS DE POZA HONDA Y LA CEIBA. ES DECIR, A LO LARGO DE 8 KM CONSIDERANDO TRES RÍOS EL BABA, TOACHI Y BIMBE.

3.1.2.2. MUESTRA

NO SE APLICÓ UNA FORMULA DEFINIDA PARA DETERMINAR EL TAMAÑO DE MUESTRA EN RELACIÓN AL NÚMERO DE SECTORES, PUESTO QUE ESTO SE DEFINIÓ MÁS BIEN POR LOS AMBIENTES DE INTERÉS EN FUNCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN RUTINARIA QUE SE SUCEDE EN LAS MÁRGENES DEL RIO EN EL TRAMO DE ESTUDIO, ES DECIR LAS MUESTRAS FUERON TOMADAS EN LAS INMEDIACIONES DE LOS POBLADOS YA QUE ES ALLÍ DONDE EXISTE MAYOR ACTIVIDAD ANTROPOGÉNICA. SE CONSIDERARON TRES ESTACIONES DE MUESTREO, A LO LARGO DE 8 KM APROXIMADAMENTE Y SE DISCRIMINÓ EN CADA UNA DE ESTOS SITIOS ANTES Y DESPUÉS (CUADRO 1).

CUADRO 1. ESTACIONES DE MUESTREO EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA, UTEQ. 2013

SECTOR	ESTACIÓN	SUPERFICIE (8KM)	COORDENADAS UTM	
			LATITUD	LONGITUD
RÍO BABA	ESTACION 1 ANTES	KM 1	682268	9936654
	ESTACION 1 DESPUES	KM 1,5	682273	9936510
RÍO BIMBE	ESTACION 2 ANTES	KM 2,8	682940	9933614
	ESTACION 2 DESPUES	KM 2,9	682949	9933578
RÍO TOACHI	ESTACION 3 ANTES	KM 7,5	682191	9927898
	ESTACION 3 DESPUES	KM 8,0	682201	9927974

3.1.3. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.1.3.1. REGISTRO DE OBSERVACIÓN

SE REALIZÓ UN RECORRIDO POR EL TRAMO DEL RÍO OBJETO DEL ESTUDIO (8 KM APROXIMADAMENTE), EN DONDE SE UBICARON LAS ESTACIONES DE MUESTREO, ASÍ COMO LAS ACTIVIDADES PRÓXIMAS, EL USO DE LA TIERRA QUE RODEA AL RÍO Y LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN QUE OCURREN.

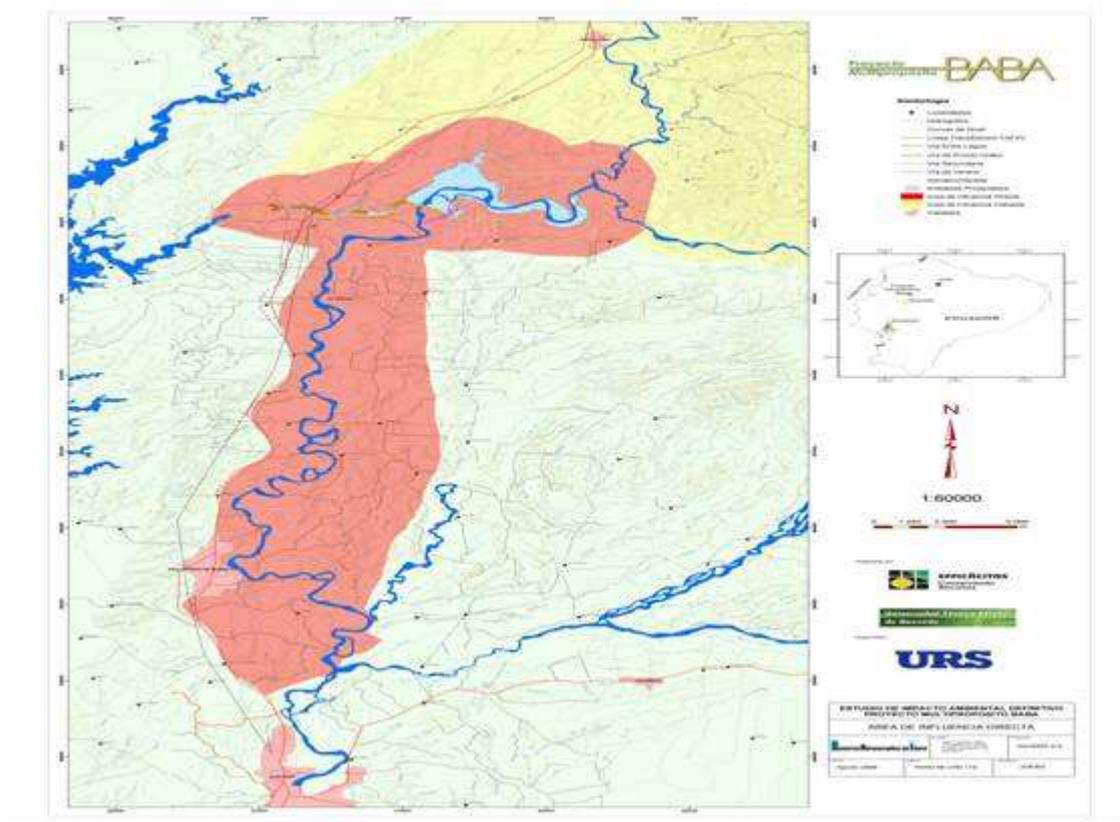
3.1.3.2. CUADERNO DE NOTAS O DIARIO DE CAMPO Y LABORATORIO

EN EL QUE SE REGISTRARÁN TODAS LAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZARÁN TANTO EN CAMPO COMO EN LABORATORIO.

3.1.3.3. MAPAS

SE UTILIZARÁ LA AYUDA CARTOGRÁFICA NECESARIA PARA LA UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO (GRAFICO 1).

GRAFICO 1. MAPA DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA REPRESA BABA.



FUENTE: HIDROLITORAL, 2011

3.1.3.4. RED SURBER

CONSTA DE DOS MARCOS DE LATÓN CUADRADO DE 30.5 CM UNIDOS POR BISAGRAS EN UNO DE LOS LADOS. CUANDO SE USA, LOS DOS MARCOS ESTÁN ABIERTOS EN ÁNGULO RECTO, UNO DE ELLOS MARCA EL ÁREA DE SUSTRATO DONDE SE TOMÓ LAS MUESTRAS Y

EL OTRO SOPORTA UNA RED QUE DETUVO LOS ORGANISMOS PROCEDENTES DE LA ZONA DE TOMA DE MUESTRAS. LA RED TIENE 69 CM DE LARGO Y LA MALLA ES DE TAMAÑO ESTÁNDAR DE 9 HILOS/CM. ESTE APARATO ES ESPECÍFICO PARA MACROBENTOS.

3.1.3.5. CÁMARA FOTOGRÁFICA

INSTRUMENTO QUE PERMITIRÁ REGISTRAR TODOS LOS EVENTOS QUE SE DEN DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN, ASÍ COMO EL REGISTRO DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO.

3.1.3.6. ESTEREOMICROSCOPIO

ESTE IMPLEMENTO SE UTILIZÓ PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES ESPECÍMENES RECOLECTADOS.

3.1.3.7. CÁMARA PARA MICROFOTOGRAFÍA

SE REGISTRARON LAS IMÁGENES DE LOS ESPECÍMENES OBSERVADOS EN EL ESTEREOMICROSCOPIO.

3.1.3.8. ÍNDICE EPT Y BMWP (Cr)

ÍNDICES DESCRITOS POR ROLDÁN (1988), QUE YA VIENEN SIENDO UTILIZADOS EN OTROS PAÍSES, EN TRABAJOS CON BIOINDICADORES ACUÁTICOS (VER ANEXOS 2 Y 3).

3.1.3.9. CLAVES DE IDENTIFICACIÓN

PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS ESPECÍMENES ENCONTRADOS SE UTILIZÓ LAS CLAVES TAXONÓMICAS PROPUESTAS POR ROLDÁN (1988).

3.1.3.10. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO DE LAS MUESTRAS

SE ENVIARON MUESTRAS DE AGUA AL INSTITUTO NACIONAL DE PESCA (INP), PARA EL ANÁLISIS DE OXÍGENO DISUELTO, DBO5, DQO Y SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES.

3.1.4. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.4.1. ENCUESTA

SE LA UTILIZÓ PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EMPÍRICA, SE FORMULARON MEDIANTE UNA ENTREVISTA UN TOTAL DE DIEZ PREGUNTAS DESTINADAS A LOS JEFES DE HOGAR DE LA POBLACIÓN MORADORA DEL SECTOR, CONSIDERANDO JEFE DE HOGAR A LA PERSONA QUE ESTÁ A CARGO DE SU FAMILIA, TODAS LAS PREGUNTAS FUERON HECHAS EN FUNCIÓN DE LA HIPÓTESIS PLANTEADA PARA LA INVESTIGACIÓN. EN TOTAL SE ENTREVISTARÁN A 24 JEFES DE HOGAR (22 HOMBRES Y DOS MUJERES) DISTRIBUIDOS DE LA SIGUIENTE MANERA: POZA HONDA (NUEVE FAMILIAS), LA CEIBA (11 FAMILIAS) Y PUENTE DE PATRICIA PILAR (CUATRO FAMILIAS).

3.1.4.2. OBSERVACIÓN EN CAMPO

SE DEFINIÓ MEDIANTE ESTA TÉCNICA LAS ESTACIONES DE MUESTREO, EN FUNCIÓN DE LAS ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN EL SECTOR DE ESTUDIO, QUE PUEDEN ESTAR INFLUYENDO EN LA POBLACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS PRESENTES Y DE HECHO EN LA CALIDAD DEL AGUA.

3.1.4.3. TOMA DE MUESTRAS CON RED SURBER

LA RED SE COLOCÓ EN EL RÍO SUMERGIÉNDOLA EN AGUA CORRIENTE A UNOS 30 CM APROXIMADAMENTE, CONTRA LA CORRIENTE, EL SUSTRATO DENTRO DEL ÁREA DE LA RED SE LAVÓ BAJO EL AGUA DE MANERA QUE LOS ORGANISMOS ARRASTRADOS FUERON ATRAPADOS EN LA MALLA, SE REMOVIÓ EL SUSTRATO PARA LIBERAR LA BIOTA PRESENTE POR UN LAPSO DE 5 - 10 MINUTOS.

3.1.4.4. ANÁLISIS EN LABORATORIO

SE UTILIZÓ UN ESTEREOMICROSCOPIO PARA VISUALIZAR PARTES DE LOS INSECTOS PARA SU IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN.

3.1.4.5. COMPARACIÓN CON CLAVES

SE COMPARARON LAS DIFERENTES ESTRUCTURAS DE LOS ESPECÍMENES CON LAS CLAVES PARA LA IDENTIFICACIÓN.

3.1.4.6. ANÁLISIS EPT, ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD BMWP-Co

SE DETERMINÓ LA ABUNDANCIA Y PRESENCIA DE LOS EPT (EPHEMEROPTERA, PLECÓPTERA Y TRICHOPTERA) EN LAS MUESTRAS, ASÍ COMO SE REALIZÓ EL ANÁLISIS BMWP-Co.

3.2. CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

ESTA INVESTIGACIÓN SE REALIZÓ EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS, EN LOS CANTONES BUENA FÉ Y VALENCIA, BUSCÓ DETERMINAR SI LA UTILIZACIÓN Y CONOCIMIENTO DE LAS POBLACIONES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS PRESENTES EN EL LECHO DEL RÍO, DETERMINAN LA CALIDAD DE AGUA DEL SECTOR.

ESTÁ BASADA FUNDAMENTALMENTE EN METODOLOGÍAS DE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA, OBSERVACIÓN, MUESTREO Y EXPERIMENTACIÓN; UTILIZANDO LOS DIFERENTES INSTRUMENTOS PARA OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN COMO SON GUÍAS DE OBSERVACIÓN DIRECTA, ENCUESTAS A LOS HABITANTES DEL SECTOR, IDENTIFICACIÓN EN LABORATORIO, ETC.

3.3. ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO

SE ANALIZÓ Y RECOPILO LA INFORMACIÓN RELACIONADA CON LA INVESTIGACIÓN, QUE PERMITIÓ SUSTENTAR Y MANTENER LOS ENFOQUES, CONOCER ANTECEDENTES DE INVESTIGACIONES SIMILARES REALIZADAS A FIN DE FORTALECER Y DESARROLLAR EL PROCESO INVESTIGATIVO CON LOS ARGUMENTOS NECESARIOS A FIN DE EVITAR OMISIONES.

SE ELABORÓ LA FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL A FIN DE TENER CLARIDAD EN LA INTERPRETACIÓN DE LOS TÉRMINOS USADOS. ADEMÁS, LOS CONTENIDOS TEÓRICOS Y CIENTÍFICOS, NOS PERMITIERON OBTENER DE FORMA SIGNIFICATIVA TODA LA INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA, DE CAMPO, Y EXPERIMENTAL CONSIGUIENDO EL ENLACE ENTRE LA TEORÍA Y LA PRÁCTICA DE LA INVESTIGACIÓN, A FIN DE DAR RESPUESTA A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS Y LAS VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.

FINALMENTE LA FUNDAMENTACIÓN LEGAL DA SUSTENTO JURÍDICO A LA INVESTIGACIÓN, EN BASE A LO QUE ESTABLECE EL ARTÍCULO 425 DE LA CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR.

3.4. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

LAS TÉCNICAS APLICADAS EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN PARA SELECCIONAR LA INFORMACIÓN SE DIERON DE LA FORMA SIGUIENTE: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA, ELABORACIÓN DE GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA Y APLICACIÓN DE LA MISMA, APLICACIÓN DE ENCUESTAS A LOS MORADORES DEL SECTOR, QUE EN ESTE CASO TODOS SON AGRICULTORES Y OBTENER INFORMACIÓN DE LÍNEA BASE, DETERMINACIÓN DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EN FUNCIÓN DE LAS ACTIVIDADES OBSERVADAS EN EL TRAYECTO, TOMA DE MUESTRAS, ANÁLISIS Y DEPURACIÓN DE LA INFORMACIÓN COLECTADA. TODOS LOS MÉTODOS Y TÉCNICAS APLICADAS HAN DADO FACTIBILIDAD A LA ELABORACIÓN DE PROPUESTA ALTERNATIVA DE REALIZAR UN PLAN DE MITIGACIÓN AMBIENTAL.

3.5. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN

SE RECOPILO LA INFORMACIÓN OBTENIDA A TRAVÉS DE LAS TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA EL RESPECTIVO ANÁLISIS Y ESTUDIO, PARA FINALMENTE INTERPRETARLA EN TABLAS Y GRÁFICOS QUE PERMITIERON LLEGAR A LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

3.6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

EL PROCESAMIENTO DE DATOS SE LO HIZO EN EL LABORATORIO, EN DONDE CON LA AYUDA DE CLAVES DE IDENTIFICACIÓN SE REGISTRARON LOS DIFERENTES GRUPOS DE MACROINVERTEBRADOS PRESENTES Y LA ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS POR FAMILIA.

LOS DATOS FUERON PROCESADOS EN TABLAS DE EXCEL 2010, SE APLICÓ EL ÍNDICE EPT (EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA, Y TRICOPTERA) QUE CONSISTE EN EL USO DE ESTOS TRES GRUPOS DE MACROINVERTEBRADOS QUE SON INDICADORES DE LA CALIDAD DE AGUA POR SER MÁS SENSIBLES A LOS CONTAMINANTES; SE RELACIONÓ LA ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS (NÚMERO DE INDIVIDUOS) CON LA PRESENCIA DE LOS EPT; SE DIVIDIÓ EN NÚMERO TOTAL DE LOS EPT PARA LA ABUNDANCIA TOTAL Y ESTE VALOR DE LO EXPRESÓ EN PORCENTAJE PARA LUEGO RELACIONARLO CON LA ESCALA DE CALIDAD.

POSTERIORMENTE SE REALIZÓ EL ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD BASADO EN EL ÍNDICE BMWP-Co (*BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY MODIFICADO PARA COLOMBIA*) (ROLDÁN 1999), EN EL QUE SE REQUIEREN IDENTIFICACIONES A NIVEL DE FAMILIA. EL VALOR DEL ÍNDICE SE OBTUVO POR LA SUMA DE LA PUNTUACIÓN CORRESPONDIENTE A LA SENSIBILIDAD DE CADA FAMILIA QUE HABITA EN EL TRAMO OBJETO DE ESTUDIO, VALORES QUE CONSTAN EN EL BMWP-Co (ANEXO 5), LUEGO SE RELACIONÓ CON LA ESCALA DE CLASES DE CALIDAD DE AGUA (ANEXO 6).

EN CUANTO A LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA DONDE SE DETERMINÓ EL OD, DBO, DQO Y SST, SE PROCEDIÓ A REALIZAR LA COMPARACIÓN DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DICTADOS POR TULAS (1999). LIBRO VI (ANEXO 1) Y CON EL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA) REALIZADO POR HIDROELÉCTRICA DEL LITORAL EP.

Con los datos se realizaron polígonos de Frecuencia e Histogramas de distribución de la población, riqueza de familias y abundancia de macroinvertebrados.

3.7. CONSTRUCCIÓN DEL INFORME DE LA INVESTIGACIÓN

LA NATURALEZA DE LA INVESTIGACIÓN PLANTEADA FUE DETERMINAR SI LAS ACTIVIDADES ANTROPÓGENICAS EN LA ZONA DE ESTUDIO AFECTAN LA CALIDAD DEL AGUA, ESTA AFECTACIÓN FUE MEDIDA POR LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DEL AGUA ASÍ COMO A TRAVÉS DE LA PRESENCIA O AUSENCIA DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS QUE SON INDICADORES QUE SIRVEN COMO GUÍA PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE AGUA Y SI LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA DETERMINA LA PRESENCIA DE UNA U OTRA FAMILIA DE MACROINVERTEBRADOS SEGÚN EL GRADO QUE PRESENTE.

EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS PERMITIÓ REALIZAR UN ANÁLISIS CUANTITATIVO Y CUALITATIVO DE LOS DATOS MEDIANTE LAS TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS INVESTIGATIVAS PROPUESTAS PARA CADA ETAPA DE LA INVESTIGACIÓN, LO QUE NOS LLEVÓ A OBTENER LOS RESULTADOS.

DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL INFORME SE DESCRIBIÓ TODO LOS PROCESOS DE LA INVESTIGACIÓN, REALIZÁNDOSE LA PRESENTACIÓN DE TODOS LOS RESULTADOS ALCANZADOS EN FORMA GRAFICA Y SE EFECTUÓ LA DISCUSIÓN EN FUNCIÓN DE LAS HIPÓTESIS PLANTEADAS, LA COMPROBACIÓN DE LAS MISMAS, PARA ASÍ DEFINIR LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARCIALES Y FINALES. FINALMENTE SE DESCRIBIÓ LA PROPUESTA ALTERNATIVA EN FORMA DETALLADA CON INDICACIONES PARA SU APLICACIÓN.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETECIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. ENUNCIADO DE LAS HIPÓTESIS

Para esta investigación se planteó la siguiente hipótesis:

4.1.1. Hipótesis General

Las acciones antropogénicas que se realizan en la zona de influencia norte de La Represa Baba afectan la calidad del agua

4.1.2. Variable Dependiente

Calidad del Agua

4.1.3. Variable independiente

Acciones Antropogénicas

4.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN EMPÍRICA PERTINENTE A CADA HIPÓTESIS

Hipótesis específica 1

LAS PRINCIPALES ACCIONES ANTROPÓGENICAS QUE SE DESARROLLAN EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA SON IDENTIFICADAS.

4.2.1. Interpretación de la Información obtenida

LOS MORADORES DEL ÁREA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA, RESPONDIERON DIEZ PREGUNTAS DE LAS CUÁLES SE OBTUVO LA APRECIACIÓN DE LOS MORADORES DEL SECTOR EN RELACIÓN A LAS ACTIVIDADES QUE REALIZA EL SER HUMANO RESPECTO A LA CALIDAD DEL AGUA, EN ESTE CONTEXTO TAMBIÉN SE APLICÓ UNA GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA. LOS RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS Y DE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN QUE SE REALIZARON SE PRESENTAN A CONTINUACIÓN:

4.2.1.1. Guía de Observación directa de las principales actividades antropogénicas que se desarrollan en la zona norte del área de influencia de la Represa Baba

En el cuadro 2 se presentan los resultados de la guía de observación directa aplicada en la zona de influencia norte de la Represa Baba, durante el recorrido por la zona se observó una gran cantidad de basura en las orillas del río Baba especialmente en el área del puente de la Parroquia Patricia Pilar del cantón Buena Fé, ya que este sector es muy concurrido por los habitantes para realizar labores de distracción, especialmente los fines de semana y feriados lo que provoca gran acumulación de basura que es arrojada al río. En este mismo sector a pesar de no existir lavadoras de vehículos en las inmediaciones del río, es muy común observar personas lavando sus vehículos en el río así como también mujeres lavando ropa.

Es importante mencionar que la extracción de material pétreo por retroexcavadoras y volquetes es una constante en esta zona, lo cual afecta considerablemente la calidad del agua del río Baba que sigue su curso aguas abajo. Durante el recorrido por la zona de influencia norte de la Represa Baba a lo largo de 8 Km, también se pudo apreciar extensos cultivos agrícolas tradicionales en esta zona como maíz, arroz, soya, cacao y maracuyá, además existen plantaciones forestales y bananeras lo que conlleva a las fumigaciones constantes tanto aéreas como terrestres existentes en el sitio. Por ende al existir estos cultivos se aumenta el uso de pesticidas que por escorrentía llegan a las aguas del río Baba y causan contaminación afectando la salud de las personas que consumen esta agua para distintas actividades del hogar, así como también se ve afectada las comunidades de peces y macroinvertebrados acuáticos.

Cuadro 2. Guía de Observación directa, UTEQ. 2013

NOMBRE DEL PROYECTO:	
ACCIONES ANTROPOGÉNICAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DEL AGUA. AÑO 2012. PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL	
AUTOR: ING. OSCAR PRIETO BENAVIDES	SITIO: REPRESA BABA
TUTORA: BLGA. OLGA QUEVEDO PINOS M. SC.	FECHA DE APLICACIÓN: 05-10-2012

INSTRUMENTO DE EVALUACION

Indicativo a evaluar: Actividades antropogénicas que afectan la calidad del agua y se desarrollan en el área de estudio

INSTRUCCIONES: *Marcar con una "X", el cumplimiento o no en la columna correspondiente, así mismo es importante anotar las observaciones pertinentes.*

No	Acciones a evaluar	REGISTRO DE CUMPLIMIENTO			OBSERVACIONES
		SI	NO	NA	
1	Existen vertederos de basura en la orilla del río	X			
2	Existen vertederos de aguas servidas que son arrojadas al río	X			
3	Extraen material pétreo en el área de muestreo	X			
4	Existen lavadoras de vehículos en las orillas del río		X		
5	Existen plantaciones forestales colindando con el río	X			
6	Existen cultivos agrícolas colindando con el río	X			
7	Existe fumigación de pesticidas químicos por vía aérea en los cultivos o plantaciones	X			
8	Existe fumigación de pesticidas químicos por vía terrestre en los cultivos o plantaciones	X			
9	Los habitantes del sector lavan sus vehículos en el río	X			

10	Existe otro tipo de contaminación	X			LAS MUJERES LAVAN ROPA EN LAS ORILLAS DEL RÍO
----	-----------------------------------	---	--	--	---

ELABORADO POR: O. PRIETO, 2013

4.2.1.2. Resultados de las encuestas realizadas a los moradores del sector

PREGUNTA Nº 1. ¿CONSIDERA USTED QUE EL AGUA DEL RÍO PRESENTA ALGUNA DE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS?

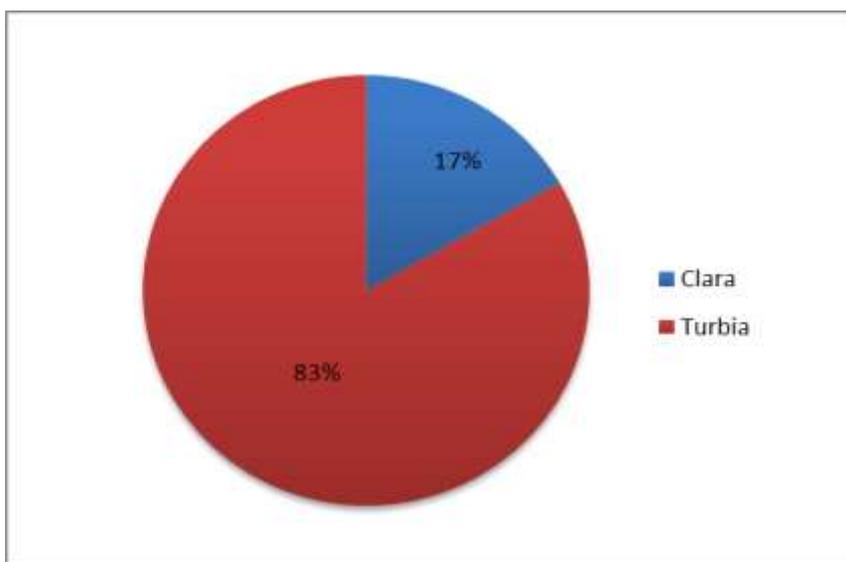


GRÁFICO 2. CARACTERÍSTICA DE TURBIDEZ

EL 83 % DE LOS POBLADORES DE LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA QUE FUERON ENCUESTADOS, MENCIONÓ OBSERVAR QUE EL AGUA DEL RÍO SE MANTENÍA CON UNA TURBIDEZ CONSTANTE, MIENTRAS QUE EL 17 % DE LOS ENCUESTADOS AFIRMÓ QUE EL AGUA PERMANECÍA CLARA (GRÁFICO 2).

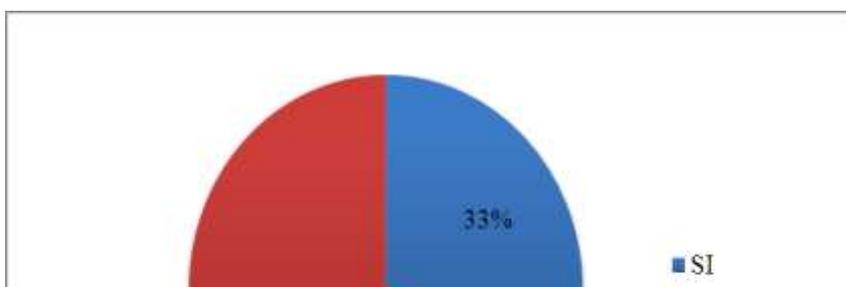


GRÁFICO 3. CARACTERÍSTICA DE OLOR DEL AGUA

EN EL GRÁFICO 3, SE MUESTRAN LOS PORCENTAJES DE LA CARACTERÍSTICA DE PRESENCIA DE OLOR DEL AGUA DEL RÍO BABA, DÓNDE EL 67 % DE LOS POBLADORES ENCUESTADOS MENCIONÓ QUE EL AGUA NO PRESENTABA MAL OLOR, SIN EMBARGO EL 33 % DE LOS ENCUESTADOS ESPECIALMENTE LOS QUE HABITAN RÍO ABAJO DEL PUENTE DE LA PARROQUIA PATRICIA PILAR MENCIONÓ QUE EL AGUA DEL RÍO BABA SI PRESENTABA MAL OLOR.

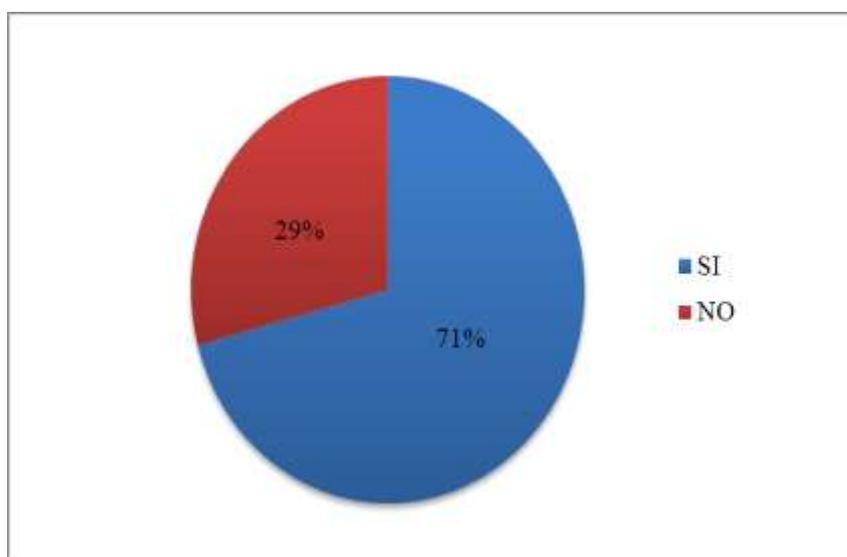


GRÁFICO 4. PRESENCIA DE BASURA Y ANIMALES MUERTOS

EN CUANTO A LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA DEL RÍO BABA YA SEA POR LA PRESENCIA DE BASURA O ANIMALES MUERTOS, EL 71 % DE LOS JEFES DE HOGAR ENCUESTADOS

MENCIONÓ SI OBSERVAR CONTAMINACIÓN CONSTANTE EN ESTE SENTIDO, AUNQUE MÁS POR LA PRESENCIA DE DESPERDICIOS (BASURA) EN LA ORILLA DEL RÍO Y MUY POCO MENCIONARON HABER OBSERVADO ANIMALES MUERTOS TIRADOS AL RÍO. MIENTRAS QUE EL 29 % DE LOS ENCUESTADOS AFIRMÓ NO OBSERVAR BASURA NI ANIMALES MUERTOS EN LAS INMEDIACIONES DEL RÍO Y ESTO PUEDE DEBERSE A QUE LA MAYORÍA DE BASURA OBSERVADA CERCA AL RÍO ES EN LA PARTE ALTA DEL MISMO, ES DECIR, EN EL PUENTE DE PATRICIA PILAR Y SUS ALREDEDORES, YA QUE ES ESTE SECTOR DONDE SE CONCENTRA LA MAYOR CANTIDAD DE PERSONAS LOS FINES DE SEMANA QUE ACUDEN AL RÍO A BAÑARSE, LAVAR ROPA, ETC.

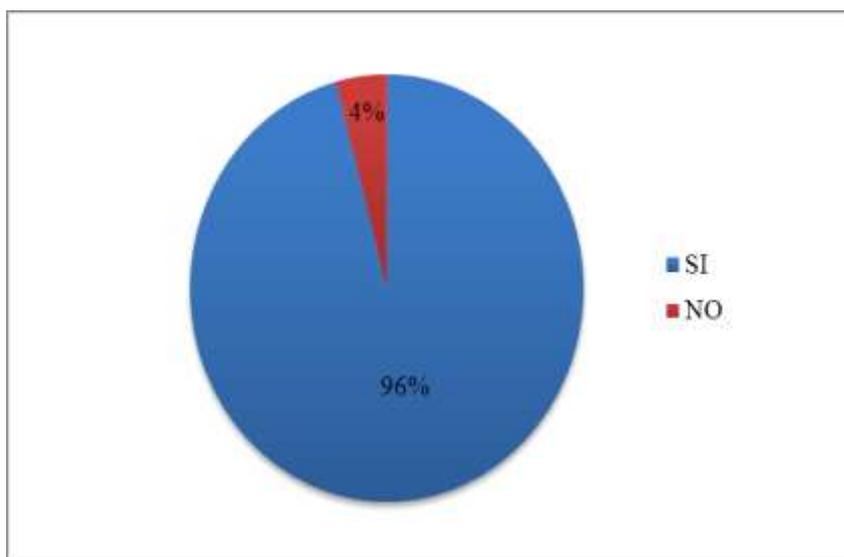


GRÁFICO 5. USO DE AGROQUÍMICOS EN LAS INMEDIACIONES DEL SECTOR

LA CONTAMINACIÓN POR EL USO DE AGROQUÍMICOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA ES UNA CONSTANTE, DEL 100 % DE LOS ENCUESTADOS UN 96 % AFIRMÓ QUE EN LAS INMEDIACIONES DE LOS RÍOS BABA, TOACHÍ Y BIMBE SE REALIZABAN LABORES DE FUMIGACIÓN TANTO AÉREAS COMO TERRESTRES LO QUE CONLLEVA A UNA CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR PESTICIDAS QUE SON TÓXICOS PARA

LA SALUD HUMANA, SIN EMBARGO EL 4 % DE LOS JEFES DE HOGAR MENCIONÓ QUE EL AGUA DEL RÍO QUE LA CALIDAD DEL AGUA NO SE VEÍA AFECTADA (GRÁFICO 5).

PREGUNTA Nº 2. ¿CONSIDERA QUE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO BABA ES ADECUADA, PARA LAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS?

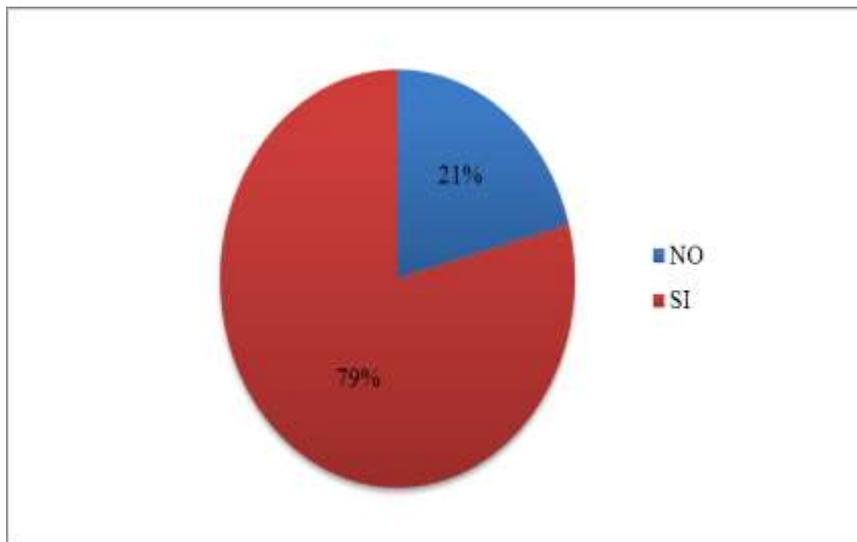


GRÁFICO 6. PORCENTAJE DE LA CALIDAD DEL AGUA SI ES APROPIADA PARA LA AGRICULTURA LA APRECIACIÓN DEL 79% DE LAS PERSONAS HABITANTES DEL LUGAR CONSIDERA QUE EL AGUA DE LA REPRESA BABA (ZONA DE INFLUENCIA NORTE) SI ES ADECUADA PARA LAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS QUE EN EL SECTOR SE REALIZAN, MIENTRAS EL 21% CREE QUE EL AGUA NO ES APTA PARA DESARROLLAR ACTIVIDADES AGROPECUARIAS, (GRÁFICO 6).

PREGUNTA Nº 3. RESPONDA SI EN EL SECTOR DONDE USTED VIVE SE DESARROLLAN LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES?

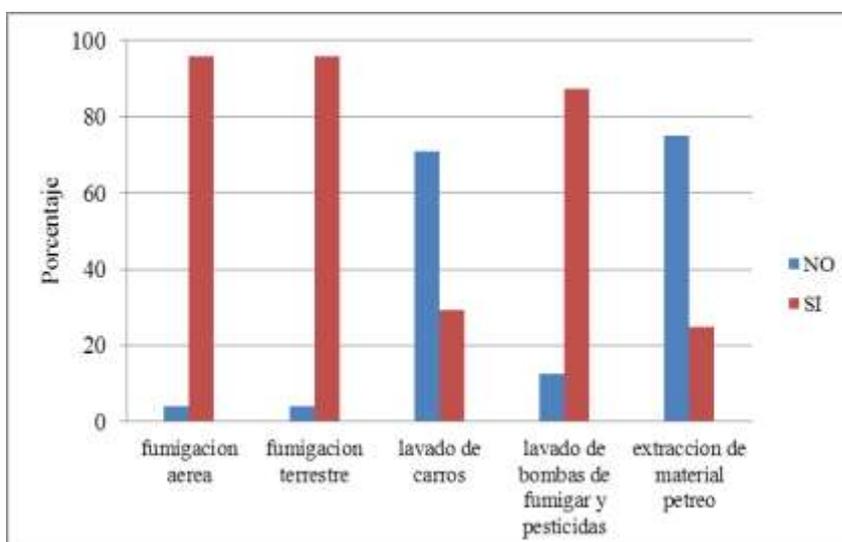


GRÁFICO 7. PRINCIPALES ACTIVIDADES QUE SE DESARROLLAN EN EL SECTOR

SOBRE LAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN EL SECTOR, EL 96% DE LOS MORADORES MENCIONA QUE CONSTANTEMENTE SE OBSERVAN FUMIGACIÓN AÉREA Y TERRESTRE EN LAS INMEDIACIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO, MIENTRAS QUE EN LO QUE SE REFIERE AL LAVADO DE VEHÍCULOS EN EL RÍO, EL 71% DE LAS PERSONAS COINCIDE EN NO OBSERVAR LAVAR CARROS EN EL RÍO, EN RELACIÓN AL 29% QUE SI OBSERVA. EN LO QUE RESPECTA AL LAVADO DE BOMBAS DE FUMIGAR Y PESTICIDAS EN EL RÍO, EL 88% DE LOS HABITANTES AFIRMA QUE SI SE LAVAN BOMBAS EN EL RÍO, MIENTRAS QUE EL 18% DICE LO CONTRARIO. FINALMENTE EN ESTE MISMO CONTEXTO SE PREGUNTÓ SI SE EXTRAE MATERIAL PÉTREO DEL RÍO, A LO QUE EL 75% DE LOS LUGAREÑOS RESPONDIERON QUE NO OBSERVAN EXTRACCIÓN DE MATERIAL PÉTREO CONTRASTANDO CON EL 25% QUE SE INCLINA AFIRMATIVAMENTE, TAL COMO SE OBSERVA EN EL GRÁFICO 7.

PREGUNTA N° 4. SELECCIONE DEL 1 AL 2, CUÁLES DE ESTAS ACTIVIDADES SON PARA SU CRITERIO MÁS CONTAMINANTES. CALIFIQUE: (1 = BAJO), (2 = ALTO)

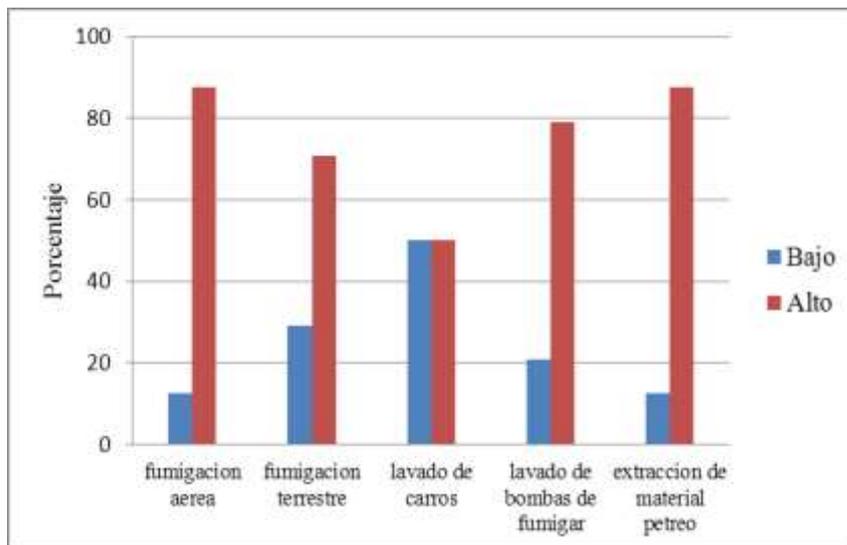


GRÁFICO 8. PRINCIPALES ACTIVIDADES QUE SE CONSIDERAN CONTAMINANTES DEL AGUA DEL RÍO

EN EL GRÁFICO 8, SE OBSERVA QUE TODAS LAS ACTIVIDADES MENCIONADAS EN ESTA PREGUNTA SON CONSIDERADAS ALTAMENTE CONTAMINANTES PARA LOS MORADORES DEL SECTOR A EXCEPCIÓN DEL LAVADO DE CARROS, EN EL CUAL EXISTE UN CRITERIO DIVIDIDO DEL 50% DE PERSONAS QUE CREEN QUE ES ALTAMENTE CONTAMINANTE Y EL OTRO 50% CREE QUE ES BAJO EL NIVEL DE CONTAMINACIÓN.

PREGUNTA Nº 5. CON QUE FRECUENCIA OBSERVA LAS FUMIGACIONES AÉREAS Y TERRESTRES? CALIFIQUE: (A VECES = 1 A 2 VECES POR SEMANA) (SIEMPRE = MÁS DE 3 VECES POR SEMANA)

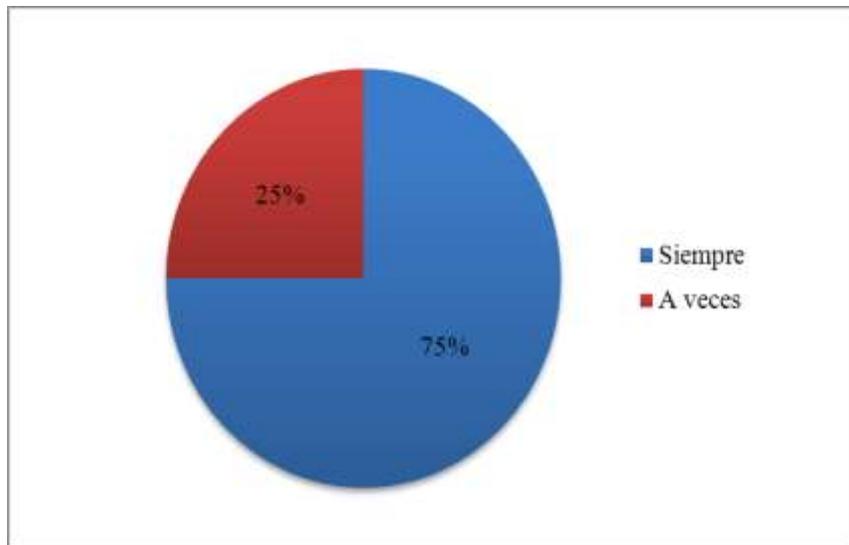


GRÁFICO 9. FRECUENCIA DE FUMIGACIONES AÉREAS Y TERRESTRES

AL CONSULTAR A LOS MORADORES DEL SECTOR ENCUESTADOS SOBRE LA FRECUENCIA CON LA QUE SE REALIZABAN LABORES DE FUMIGACIÓN AÉREA Y TERRESTRE POR EL LUGAR, EL 75 % MENCIONÓ QUE LAS FUMIGACIONES EXISTÍAN SIEMPRE, ES DECIR MÁS DE 3 VECES POR SEMANA Y QUE LA MAYOR PARTE DE LAS FUMIGACIONES ERAN AÉREAS POR LA PRESENCIA DE VARIAS BANANERAS EN LAS INMEDIACIONES DE LOS RÍOS BABA, TOACHÍ Y BIMBE, SIN EMBARGO, EL 25 % DE LOS ENCUESTADOS DIJO QUE LAS FUMIGACIONES EXISTÍAN PERO A VECES, ES DECIR DE 1 A 2 VECES POR SEMANA (GRÁFICO 9).

PREGUNTA Nº 6. ¿DÓNDE LAVA SU ROPA?

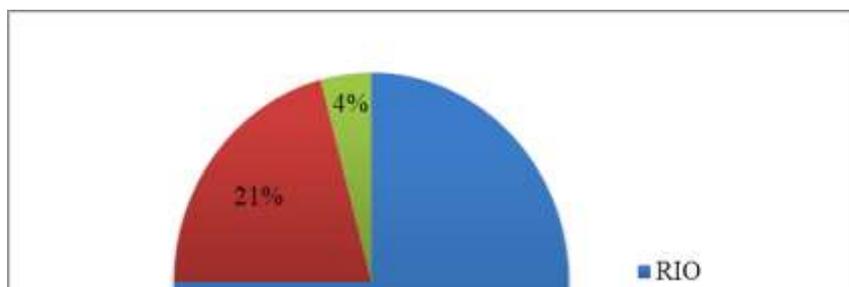


GRÁFICO 10. PORCENTAJE DONDE REALIZA EL LAVADO DE SU ROPA

EN EL GRÁFICO 10, SE MUESTRA LOS VALORES OBTENIDOS AL PREGUNTAR EN QUÉ LUGAR LAVAN LA ROPA LOS MORADORES DEL SECTOR, DÓNDE EL 75% DE LAS PERSONAS RESPONDIÓ LAVAR SU ROPA EN EL RÍO, EL 21% AFIRMÓ HACERLO EN SU CASA Y EL 4% DE LOS MORADORES MENCIONÓ QUE LAVABA LA ROPA EN OTRO LUGAR.

PREGUNTA Nº 7. ¿DÓNDE LAVA LA BOMBA DE FUMIGAR?

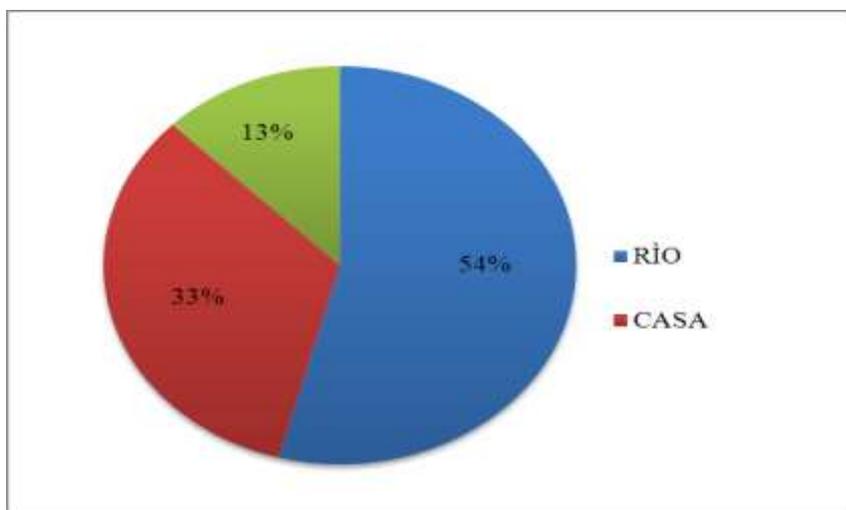


GRÁFICO 11. EN QUE SITIO LAVA SUS EQUIPOS

EN EL GRÁFICO 11, SE PUEDE NOTAR QUE AL PREGUNTAR A LOS MORADORES DEL SITIO SOBRE DÓNDE LAVABA SU BOMBA DE FUMIGAR EL 54% RESPONDIÓ HACERLO EN EL RÍO, SEGUIDO POR 33% DE LAS PERSONAS QUE ADMITIÓ HACERLO EN SU CASA Y FINALMENTE EL 13% DIJO QUE NO TENÍA BOMBA DE FUMIGAR.

PREGUNTA Nº 8. ¿SU FAMILIA O USTED HAN SUFRIDO ALGUNA ENFERMEDAD PROVOCADA POR EL CONSUMO DEL AGUA DEL RÍO? CONTESTE: RARA VEZ (1 – 2 VECES AL AÑO); FRECUENTEMENTE (4 – 5 VECES AL AÑO)

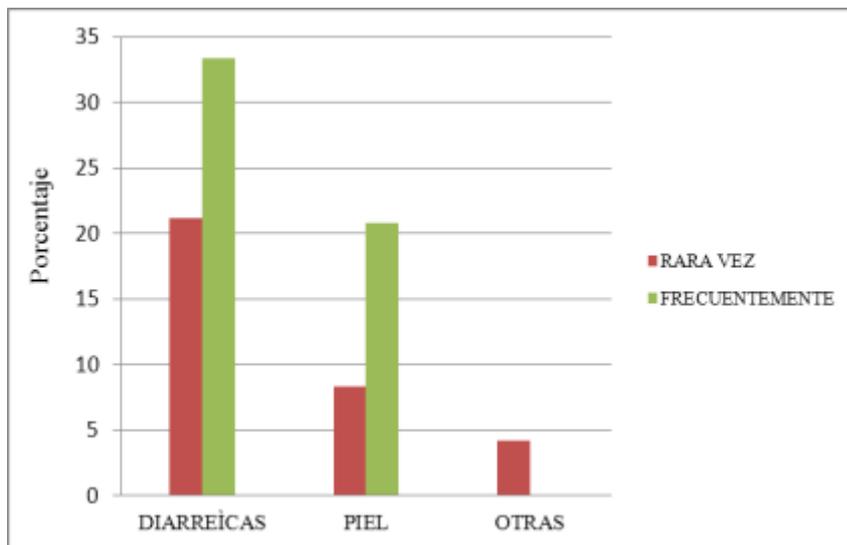


GRÁFICO 12. HA SUFRIDO ENFERMEDADES PROVOCADA POR AGUA DE RÍO
AL PREGUNTAR A LOS HABITANTES DEL SECTOR SI HABÍAN SUFRIDO ALGUNA ENFERMEDAD PROVOCADA POR EL CONSUMO DEL AGUA DEL RÍO, LA MAYORÍA DE LAS PERSONAS ASEGURÓ NO HABER SUFRIDO ALGUNA ENFERMEDAD POR EL CONSUMO DEL AGUA, AUNQUE EXISTIERON PERSONAS QUE ASEVERARON HABER SUFRIDO ENFERMEDADES DIARREICAS DE ESTAS EL 21% RARA VEZ Y EL 33% FRECUENTEMENTE, ASÍ MISMO, EL 8% DIJO HABER TENIDO RARA VEZ ALGUNA ENFERMEDAD EN LA PIEL MIENTRAS QUE EL 20% MENCIONÓ TENERLAS FRECUENTEMENTE. EL 4,1% QUE SE TRADUCE A UNA PERSONA DEL LUGAR INDICO HABER TENIDO OTRAS ENFERMEDADES COMO VOMITO RARA VEZ. GRÁFICO 12.

PREGUNTA N° 9. ¿CONOCE SI SE REALIZA ALGÚN TIPO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA EN EL RÍO BABA?

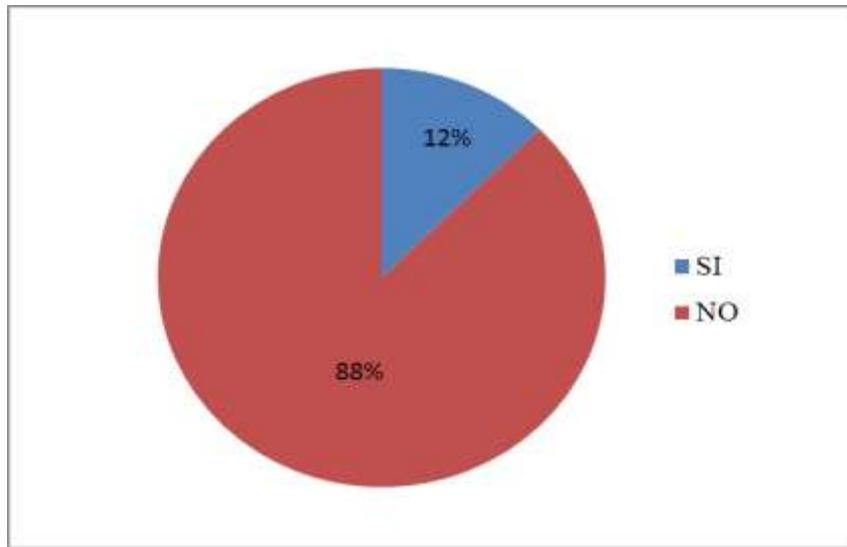


GRÁFICO 13. PORCENTAJE DEL MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA

EN EL GRÁFICO 13, SE OBSERVA LA APRECIACIÓN DE LAS PERSONAS SOBRE LA REALIZACIÓN DE MONITOREOS DE LA CALIDAD DEL AGUA POR ALGUNA ENTIDAD PÚBLICA O PRIVADA, EL 88% DE LOS JEFES DE HOGAR RESPONDIÓ NO CONOCER QUE SE REALICE ALGÚN TIPO DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN EL TRAMO NORTE DE LA REPRESA BABA, SIN EMBARGO, EL 12% AFIRMÓ SI CONOCER QUE SE REALICE ESTE TIPO DE MONITOREOS ASEGURANDO QUE LOS ENCARGADOS DE HACERLOS ERAN LOS DE LA EMPRESA HIDROLITORAL S.A.

PREGUNTA N° 10. ¿QUÉ SE DEBERÍA HACER PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO?

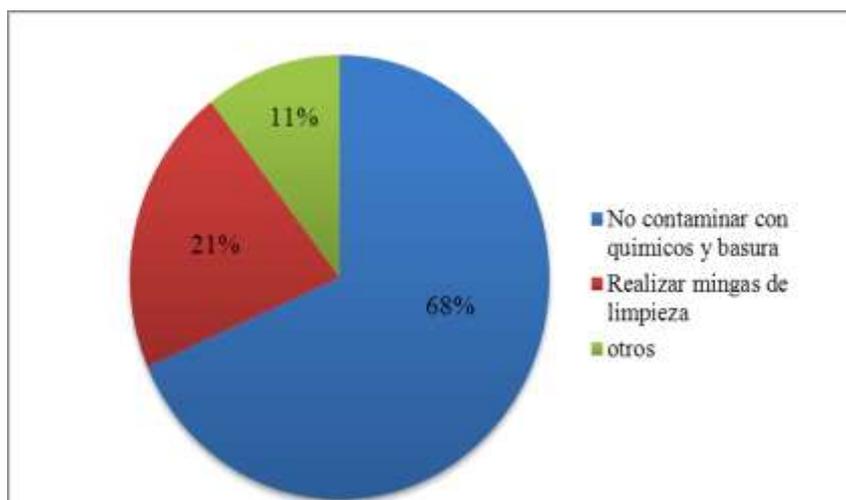


GRÁFICO 14. PORCENTAJE DE MEJORAS PARA LA CALIDAD DEL AGUA

EN LO QUE RESPECTA A LA PROPUESTA DE LAS PERSONAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO EL 68% DE LOS JEFES DE HOGAR PROPONE QUE LA MEJOR ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ES NECESARIO NO CONTAMINARLO CON QUÍMICOS Y BASURA, MIENTRAS QUE EL 21% ASEGURA QUE SE DEBE REALIZAR MINGAS DE LIMPIEZA, EN CAMBIO EL 11% DE LOS JEFES DE HOGAR CREE QUE EXISTEN OTRAS MANERAS DE MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA ENTRE ELLAS NO FUMIGAR EN AVIONETAS CERCA DEL RÍO, NO EXTRAER MATERIAL PÉTREO, ETC., (GRÁFICO 14).

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

LOS ÍNDICES BMWP-Co Y ETP SON EFICIENTES BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA, EN UN TRAMO NORTE DE LA REPRESA BABA.

4.2.2. DINÁMICA POBLACIONAL Y RIQUEZA DE FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

EN EL CUADRO 3, SE OBSERVA LA DISTRIBUCIÓN DE LAS FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ENCONTRADAS LOS PUNTOS DE MUESTREO DE LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA, TOMANDO COMO REFERENCIA DISTANCIAS DE 0 A 3, 3 A 6 Y 6 A 9 METROS DESDE LA ORILLA DEL RÍO HACIA EL CENTRO DEL MISMO. TODAS LAS FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS FUERON ENCONTRADAS A UNA DISTANCIA DE 0 A 3 METROS PARTIENDO DESDE LA ORILLA DEL RÍO A EXCEPCIÓN DE *POLYCENTROPODIDAE* QUE SE ENCONTRÓ A PARTIR DE LOS 3 METROS DE DISTANCIA.

MUCHOS DE ESTOS EJEMPLARES QUE SE ENCONTRARON DE 0 A 3 METROS TAMBIÉN FUERON REPORTADOS DE 3 A 6 METROS A EXCEPCIÓN DE *ELMIDAE*, *PSEPHENIDAE* Y *CHIRONOMIDAE* QUE SOLO SE ENCONTRARON AL PRINCIPIO DEL MUESTREO. EN LO QUE SE REFIERE A LOS EJEMPLARES DE LA FAMILIA *BEATIDAE* ESTOS FUERON ENCONTRADOS EN LAS TRES DISTANCIAS UTILIZADAS PARA EL MUESTREO DEMOSTRANDO ASÍ SU GRAN CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN A VARIOS NIVELES DE LUZ Y OXÍGENO.

CUADRO 3. DINÁMICA POBLACIONAL DE FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN 3 ESTACIONES DE MUESTREO EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA, UTEQ. 2013

FAMILIAS	DISTANCIA DE LA ORILLA HACIA EL CENTRO DEL RÍO		
	0 - 3 METROS	3 - 6 METROS	6 - 9 METROS
ELMIDAE	X		
PSEPHENIDAE	X		
CERATOPOGONIDAE	X	X	
CHIRONOMIDAE	X	X	
SIMULIDAE	X		
BEATIDAE	X	X	X
TUBIFICIDAE	X	X	
CALOPTERIGIDAE	X	X	
POLYCENTROPODIDAE		X	X

ELABORADO POR EL AUTOR

EN EL CUADRO 4, SE OBSERVA LA RIQUEZA DE FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS REGISTRADAS PARA LAS DIFERENTES ESTACIONES EN CADA ÓRDEN. SE PUEDE APRECIAR QUE LOS VALORES PARA LAS FAMILIAS ESTÁN CERCANOS AL PROMEDIO, SIENDO LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR PEQUEÑA E INDICÁNDONOS UNA DISTRIBUCIÓN HOMOGÉNEA DE LAS FAMILIAS DENTRO DE LOS DIFERENTES ÓRDENES, AUNQUE SOBRESALE DÍPTERA CON EL 28%.

CUADRO 4. RIQUEZA DE FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DISTRIBUIDAS EN VARIOS ÓRDENES EN LAS 3 ESTACIONES DE MUESTREO DE LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA, UTEQ. 2013

ORDEN	TOTAL DE FAMILIAS POR SISTEMA			SUMAN	%
	ANTES Y DESPUÉS DEL PUENTE DE PATRICIA PILAR	ANTES Y DESPUÉS DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO BÍMBE	ANTES Y DESPUÉS DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO TOACHÍ		
COLEOPTERA	2,0	2,0	2,0	6,0	21
DIPTERA	2,0	3,0	3,0	8,0	28
EPHEMEROPTERA	2,0	1,0	1,0	4,0	14
HAPLOTAXIDA	2,0	1,0	1,0	4,0	14
ODONATA	2,0	1,0	1,0	4,0	14
TRICHOPTERA	1,0	1,0	1,0	3,0	10
SUMAN	11,0	9,0	9,0	29,0	100
V. MÁXIMO	2,0	3,0	3,0	8,0	
V. MÍNIMO	1,0	1,0	1,0	3,0	
PROMEDIO	1,8	1,5	1,5	4,8	
DESV. ESTAND.	0,4	0,8	0,8		

ELABORADO POR EL AUTOR

4.2.3. RESULTADOS DEL MONITOREO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS APLICANDO ÍNDICES ETP Y BMWP-CO

EL MUESTREO DE MACROINVERTEBRADOS CON LA APLICACIÓN DE LOS ÍNDICES ETP Y BMWP PERMITIÓ DETERMINAR LA CALIDAD DE AGUA EN CADA UNO DE LOS PUNTOS DE MUESTREO EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA, LOS VALORES DE APLICACIÓN DE LOS ÍNDICES SE ENCUENTRAN REFLEJADOS EN LAS RESPECTIVAS HOJAS DE CAMPO (ANEXOS 1 Y 2).

ANÁLISIS

EN BASE AL RESULTADO OBTENIDO DEL ANÁLISIS DE EPHEMERÓPTERA TRICHÓPTERA Y PLECÓPTERA (ETP) EN LOS PUNTOS DE MUESTREO. SE PUEDE APRECIAR EN EL CUADRO 5, QUE LOS SITIOS ANTES Y DESPUÉS DEL PUENTE DE LA PARROQUIA PATRICIA PILAR – CANTÓN BUENA FÉ Y ANTES DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO BIMBE CON PORCENTAJES DE 22,3%; 19,94% Y 21,71% MUESTRAN UNA CALIDAD DE AGUA MALA. MIENTRAS QUE LOS SITIOS DESPUÉS DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO BIMBE Y ANTES Y DESPUÉS DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO TOACHÍ MUESTRAN UNA CALIDAD DE AGUA REGULAR CON VALORES DE 26,67; 26,95 Y 27,15% RESPECTIVAMENTE (CUADRO 5).

CUADRO 5. RESULTADOS DE APLICACIÓN DE ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ETP, EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA, UTEQ. 2013

CALIDAD DEL AGUA POR INDICE DE ETP				
PUNTOS DE MUESTREO	MUY BUENA 75 A 100%	BUENA 50 A 74%	REGULAR 25 A 49 %	MALA 0 A 24%
ANTES DEL PUENTE DE PATRICIA PILAR				22,3
DESPUÉS DEL PUENTE DE PATRICIA PILAR				18,94
ANTES DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO BIMBE				21,71
DESPUÉS DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO BIMBE			26,67	
ANTES DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO TOACHÍ			26,95	
DESPUÉS DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO TOACHÍ			27,15	

ELABORADO POR EL AUTOR

EN EL CUADRO 6, SE REFLEJA EL ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA CON LA APLICACIÓN DEL ÍNDICE BMWP-CO Y SU SENSIBILIDAD, ENCONTRÁNDOSE PARA LOS SEIS PUNTOS DE MUESTREO EN EL DEL RÍO BABA, ES DECIR, ANTES Y DESPUÉS DEL PUENTE DE PATRICIA

PILAR, ANTES Y DESPUÉS DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO BIMBE Y ANTES Y DESPUÉS DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO TOACHÍ, UNA SENSIBILIDAD ENTRE EL 36% Y 60 % LO QUE DA COMO RESULTADO UNA CALIDAD DE AGUA REGULAR, ES DECIR, EN ESTOS ECOSISTEMAS VIVEN MACROINVERTEBRADOS QUE ACEPTAN POCOS CONTAMINANTES PERO QUE IGUAL PUEDEN SOBREVIVIR EN ELLOS. MIENTRAS QUE EN EL CUADRO 7 SE MUESTRAN LA FRECUENCIA DE FAMILIAS QUE DETERMINARON LA CALIDAD DEL AGUA EN CADA UNA DE LAS MUESTRAS TOMADAS UNA VEZ QUE SE APLICÓ EL ÍNDICE BMWP-CO.

CUADRO 6. CALIDAD DEL AGUA POR ÍNDICE SENSIBILIDAD, EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA, UTEQ. 2013

CALIDAD DEL AGUA POR INDICE DE SENSIBILIDAD

PUNTOS DE MUESTREO	MUY BUENA	BUENA	REGULAR	MALA	MUY MALA
	101 A 145	61 A 100	36 A 60	16 A 35	0 A 15
ANTES DEL PUENTE DE PATRICIA PILAR			41		
DESPUÉS DEL PUENTE DE PATRICIA PILAR			46		
ANTES DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO BIMBE			42		
DESPUÉS DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO BIMBE			36		
ANTES DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO TOACHÍ			46		
DESPUÉS DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO TOACHÍ			42		

ELABORADO POR EL AUTOR

CUADRO 7. FRECUENCIA E ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA BMWP-CO, DE LAS FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA

ÓRDENES Y FAMILIAS	ANTES DEL PUENTE DE PATRICIA PILAR		DESPUÉS DEL PUENTE DE PATRICIA PILAR		ANTES DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO BIMBE		DESPUÉS DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO BIMBE		ANTES DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO TOACHÍ		DESPUÉS DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO TOACHÍ	
	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		MUESTRA 5		MUESTRA 6	
	FRECUENCIA	ÍNDICE BMWP	FRECUENCIA	ÍNDICE BMWP	FRECUENCIA	ÍNDICE BMWP	FRECUENCIA	ÍNDICE BMWP	FRECUENCIA	ÍNDICE BMWP	FRECUENCIA	ÍNDICE BMWP
COLEÓPTERA												
ELMIDAE	48	5	58	5	89	5	93	5	104	5	149	5
PSEPHENIDAE	27	10	27	10	72	10	0	0	50	10	41	10
DÍPTERA												
CERATOPOGONIDAE	23	4	39	4	0	0	55	4	45	4	0	0
CHIRONOMIDAE	18	2	41	2	44	2	48	2	94	2	56	2
SIMULIDAE	0	0	20	5	16	5	52	5	31	5	58	5
EPHEMEROPTERA												
BAETIDAE	56	4	65	4	48	4	74	4	95	4	84	4
HAPLOTAXIDA												
TUBIFICIDAE	160	1	214	1	108	1	102	1	139	1	92	1
ODONATA												
CALOPTERYGIDAE	34	8	46	8	28	8	46	8	14	8	36	8
TRICHOPTERA												
POLYCENTROPODIDAE	33	7	39	7	51	7	70	7	81	7	77	7
TOTAL	399	41	549	46	456	42	540	36	653	46	593	42

REPRESA BABA, UTEQ. 2013

4.2.4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA EN LOS PUNTOS DE MUESTREO

EN EL CUADRO 8, SE MUESTRAN LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS – QUÍMICOS DEL AGUA DE LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA, DÓNDE SE ENCONTRÓ QUE LOS PARÁMETROS EVALUADOS TANTO OXÍGENO DISUELTO, DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO (DBO) Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO), AL COMPARARLOS CON EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL REALIZADO POR HIDROLITORAL Y EL TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA (TULAS) SE HAYAN FUERA DE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES EN LOS TRES SITIOS QUE FUERON EVALUADOS. EN LO QUE SE REFIERE AL PARÁMETRO SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST), ES EL ÚNICO QUE SE ENCUENTRA DENTRO DE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES EN LOS TRES SITIOS MUESTREADOS.

CUADRO 8. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICOS DEL AGUA DE LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA, UTEQ. 2013

PÁRAMETRO	TULAS(LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES)	MUESTRA 1 PUENTE DE PATRICIA PILAR	MUESTRA 2 DESEMBOCADURA DEL RÍO BIMBE	MUESTRA 3 DESEMBOCADURA DEL RÍO TOACHI
OXÍGENO DISUELTO (OD)	NO MENOR AL 80% DEL OXÍGENO DE SATURACIÓN Y NO MENOR A 6MG/L*	8,71	7,33	8,14
DEMANDA BIOLÓGICA DE OXIGENO (DBO)	2,0 MG/L**	2,34	2,8	2,51
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO)	5 MG/L***	8,98	12,65	11,23
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)	100MG/L****	24,9	16,2	19,96

FUENTE: INSTITUTO NACIONAL DE PESCA. 2013

ELABORADO POR EL AUTOR

* DE ACUERDO AL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL REALIZADO POR HIDROLITORAL DEL AÑO 2006. ESTACIÓN DE VERANO. **LMP: 5,50 MG/L.**

** DE ACUERDO A TULAS, LIBRO VI. ANEXO 1. TABLA 1. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA AGUA DE CONSUMO HUMANO Y USO DOMÉSTICO, QUE ÚNICAMENTE REQUIEREN TRATAMIENTO CONVENCIONAL. **LMP: 2,0 MG O₂/L.**

*** DE ACUERDO A TULAS, LIBRO VI. ANEXO 1. TABLA 3. CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA EN AGUAS DULCES, FRÍAS O CÁLIDAS Y EN AGUAS MARINAS Y DE ESTUARIOS. **LMP: 4 MG O₂/L**

**** VALORES QUE REPRESENTA A LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE.

4.3. DISCUSIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN RELACIÓN A LA NATURALEZA DE LA HIPÓTESIS

LA CONTAMINACIÓN QUE SE OBSERVA EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA SE DA PORQUE ACTÚAN MÚLTIPLES FACTORES QUE PRODUCEN ESTRÉS SOBRE LA BIOTA ACUÁTICA Y QUE SON DE ORIGEN ANTRÓPICO TALES COMO: CAMBIO GEOMORFOLÓGICO DEL SUSTRATO, EXTRACCIÓN DEL SEDIMENTO DE LOS RÍOS, USO DE PESTICIDAS, MAL MANEJO DE DESECHOS, DERRAMES DE GASOLINA SOBRE LA PELÍCULA SUPERFICIAL PROVENIENTES DE LOS LAVADOS DE CARROS EN LOS RÍOS PRINCIPALMENTE. SIN EMBARGO, TAMBIÉN EXISTEN LOS FACTORES NATURALES COMO ESTACIÓN CLIMÁTICA, PRECIPITACIONES, TIPO DE SUELO, VELOCIDAD DE LAS CORRIENTES, DISPONIBILIDAD DE ALIMENTO, COMPETENCIA, DEPREDACIÓN, ENTRE OTROS, LOS CUALES INFLUYEN EN LA DIVERSIDAD Y RIQUEZA DE ESPECIES. EN ESTE CONTEXTO AUTORES COMO ORDOÑEZ (2002) Y RANGEL Y POSADA (2005) EN ESTUDIOS REALIZADOS EN DIFERENTES ÁREAS DEL CARIBE COLOMBIANO, SEÑALAN QUE LAS INTERVENCIONES ANTRÓPICAS SON UN FACTOR DETERMINANTE EN LOS CAMBIOS GEOMORFOLÓGICOS Y AFECTACIÓN A LA CALIDAD DEL AGUA EN LA ACTUALIDAD.

DE ACUERDO CON BERNARD (1999), ASUMIENDO QUE UN LITRO DE AGUA RESIDUAL CONTAMINA OCHO LITROS DE AGUA DULCE, NO HAY DUDA DE QUE LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA ES PELIGROSA PARA LA SALUD DE LAS PERSONAS Y TAMBIÉN PARA LA MANTENCIÓN DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO. EL EXCESO DE NUTRIENTES EN LAGOS O EMBALSES DEBIDO A LOS FERTILIZANTES, SEDIMENTOS, DESECHOS SÓLIDOS, AGUAS SERVIDAS, ETC., PROVOCA LA

EUTROFIZACIÓN, PROCESO EN EL QUE EL AGUA SE ENRIQUECE DE ESTOS COMPUESTOS NATURALES ESTIMULANDO EL CRECIMIENTO DE ALGAS Y BACTERIAS EN LA SUPERFICIE. ESTAS PROVOCAN LA TURBIEDAD DEL AGUA, AL PUNTO DE NO DEJAR PASAR LA LUZ E IMPEDIR LA FOTOSÍNTESIS PARA QUE SUBSISTA LA VEGETACIÓN ACUÁTICA QUE SE ENCUENTRA EN EL FONDO, LA CUAL ES REFUGIO DE VARIADAS ESPECIES DE PECES Y CRUSTÁCEOS. SI BIEN AUMENTA LA PRODUCCIÓN DE OXÍGENO DISUELTO EN LA SUPERFICIE POR LA FOTOSÍNTESIS DE LAS ALGAS, ÉSTE NO ES CAPAZ DE LLEGAR A LAS AGUAS MÁS PROFUNDAS, SIENDO LIBERADO A LA ATMÓSFERA. DE ESTA FORMA, SE ALTERA TODA LA CADENA ALIMENTICIA, MIENTRAS QUE DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LOS SERES HUMANOS LA EUTROFIZACIÓN ES POCO ATRACTIVA PARA REALIZAR ACTIVIDADES RECREATIVAS Y DAÑINAS PARA LA SALUD DE LAS PERSONAS, PORQUE DISMINUYE LA CALIDAD DEL AGUA Y LIMITA SU USO COMO AGUA POTABLE O PARA LA OBTENCIÓN DE ALIMENTOS.

EN CONCORDANCIA CON LO EXPUESTO POR SAVITZ *ET AL.*, (1989), PARA UBICAR A LOS PLAGUICIDAS EN LOS DIFERENTES RANGOS DE PELIGROSIDAD LA OMS SE BASA EN LA TOXICIDAD DEL PLAGUICIDA, MEDIDA A TRAVÉS DE LA DOSIS LETAL 50 (DL50). ESTE PARÁMETRO SE DEFINE COMO UN VALOR ESTADÍSTICO DEL NÚMERO DE MILIGRAMOS DEL TÓXICO POR KILO DE PESO, REQUERIDO PARA MATAR EL 50% DE UNA GRAN POBLACIÓN DE ANIMALES DE LABORATORIO EXPUESTOS. NORMALMENTE SE EXPRESA CON UN NÚMERO, PERO EN ALGUNOS CASOS PUEDE SER UN RANGO. LA DL50 EN EL CASO DE LOS PLAGUICIDAS, DEBE DETERMINARSE PARA LAS DIFERENTES RUTAS DE EXPOSICIÓN (ORAL, DÉRMICA Y RESPIRATORIA) Y EN DIFERENTES ESPECIES DE ANIMALES. NORMALMENTE LA DL50 SE EXPRESA POR VÍA ORAL Y PARA RATAS.

DE ACUERDO CON RESTREPO *ET AL.*, (1990), LA DL50 ESTÁ RELACIONADA EXCLUSIVAMENTE CON LA TOXICIDAD AGUDA DE LOS PLAGUICIDAS. NO MIDE SU TOXICIDAD CRÓNICA, ES DECIR AQUELLA QUE SURGE DE PEQUEÑAS EXPOSICIONES DIARIAS AL PLAGUICIDA A TRAVÉS DE UN LARGO PERÍODO. ES DECIR QUE UN PRODUCTO CON UNA BAJA DL50 PUEDE TENER GRAVES EFECTOS CRÓNICOS POR EXPOSICIÓN PROLONGADA, COMO POR EJEMPLO PROVOCAR CÁNCER. ADEMÁS EN LA VIDA REAL NADIE ESTÁ EXPUESTO A UN SOLO PLAGUICIDA SINO A VARIOS Y ESTO TAMPOCO LO CONTEMPLA LA DL50. EN ESTE CASO SE DEBEN CONSIDERAR LOS EFECTOS

ADITIVOS, SINÉRGICOS O ANTAGÓNICOS QUE OCURREN EN NUESTRO ORGANISMO AL ESTAR EXPUESTOS A MÁS DE UN PLAGUICIDA, TAL ES EL CASO DE LO QUE ESTÁ OCURRIENDO CON LAS FUMIGACIONES AÉREAS Y TERRESTRES EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA.

LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS FUERON LA BASE PRIMORDIAL DE LA CONSECUCCIÓN DE ESTE ESTUDIO, A TRAVÉS DE LOS CUALES SE PUDO DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA DE LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA APLICANDO LOS ÍNDICES DE BMWP-Co y ETP. EN EL TRAMO PROPUESTO PARA ESTE ESTUDIO SE IDENTIFICARON UN TOTAL DE 3190 INDIVIDUOS, CONTEMPLADAS EN 9 FAMILIAS Y 6 ÓRDENES.

LOS COLEÓPTEROS Y DÍPTEROS FUERON LOS QUE MAYOR RIQUEZA A NIVEL DE ESPECÍMENES TUVIERON COMPRENDIDOS EN 2 Y 3 FAMILIAS RESPECTIVAMENTE, MIENTRAS QUE LOS DEMÁS ÓRDENES EPHEMEROPTERA, HAPLOTÁXIDA, ODONATA Y TRICHOPTERA ENCONTRADOS EN ESTA INVESTIGACIÓN SOLO CONTEMPLABAN A UNA FAMILIA. ESTO COINCIDE EN CIERTO GRADO CON LO REPORTADO POR EFFICACITAS EN EL 2007, EN EL CUAL INDICAN QUE LOS COLEÓPTEROS FUERON EL ORDEN MÁS IMPORTANTE SEGUIDO POR LOS TRICÓPTEROS Y DÍPTEROS; NO OBSTANTE EN FEBRERO DE 2008, LOS TRICÓPTEROS OCUPARON EL PRIMER LUGAR EN IMPORTANCIA SEGUIDO POR LOS EPHEMERÓPTEROS Y COLEÓPTEROS DESPLAZANDO A LOS DÍPTEROS EN CUARTO LUGAR EFFICACITAS (2008). ESTA ALTERNANCIA DE ORGANISMOS ES COMÚN EN ECOSISTEMAS DE AGUA DULCE QUE OFRECE EJEMPLOS CONTINUOS DE SUCESIONES. EN ESTE CONTEXTO MENCIONAN QUE LA SUCESIÓN ES EL DESARROLLO HISTÓRICO DE LA COMUNIDAD Y QUE NINGUNA COMUNIDAD ES PERMANENTE; ALGUNAS CAMBIAN BRUSCAMENTE, OTRAS PERSISTEN DURANTE AÑOS O SIGLOS. TÍPICAMENTE EN CUALQUIER LUGAR, EXISTE UNA SECUENCIA O SUCESIÓN DE COMUNIDADES.

LOS ÍNDICES BMWP-Co y ETP APLICADOS EN ESTE ESTUDIO DEMUESTRAN QUE EXISTE EVIDENCIA DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA Y ESTO CONCUERDA CON LO REPORTADO POR EL MONITOREO DE ORGANISMOS BIOACUÁTICOS Y RECURSOS PESQUEROS EN EL RÍO BABA POR PARTE DE PRADO *ET AL.*, (2010), DONDE EN SU RESUMEN EJECUTIVO MENCIONAN QUE LAS AGUAS DEL RÍO BABA ESTÁN CONTAMINADAS.

LOS ANÁLISIS FÍSICOS – QUÍMICOS REALIZADOS EN EL AGUA, DEMUESTRAN CONTAMINACIÓN LO CUAL CORROBORA LA APLICACIÓN DE LOS ÍNDICES DE CALIDAD DEL AGUA **BMWP-Co** Y **ETP** COMO UNA ALTERNATIVA CONFIABLE Y PRECISA A LA HORA DE DETERMINAR ESTA VARIABLE.

4.4. CONCLUSIÓN PARCIAL

EN FUNCIÓN DE LA COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS SE CONCLUYE QUE: BASADO EN LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN PODEMOS DECIR QUE LAS ACTIVIDADES ANTROPÓGENICAS QUE SE DESARROLLAN EN EL ÁREA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA, ESTÁN AFECTANDO CONSIDERABLEMENTE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO BABA Y POR ENDE A LA POBLACIÓN HUMANA QUE HABITA EN SUS INMEDIACIONES. DENTRO DE LAS ACTIVIDADES MÁS CONTAMINANTES SE ENCUENTRAN LAS FUMIGACIONES CON PESTICIDAS TANTO AÉREOS COMO TERRESTRES. EN CUANTO A LOS ÍNDICES DE CLASIFICACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA **BMWP-Co** Y **ETP** SI PUEDEN SER UTILIZADOS COMO BIOINDICADORES DE CALIDAD DE AGUA EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA, EN VIRTUD DE QUE EL RESULTADO DE SU APLICACIÓN FUE SATISFACTORIO Y SE CORROBORÓ CON EL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y LA APLICACIÓN DE LAS ENCUESTAS A LOS MORADORES DEL SECTOR, DANDO COMO RESULTADO FINAL UNA CALIDAD DE AGUA CON ALTOS ÍNDICES DE CONTAMINACIÓN. EN ESTE MISMO CONTEXTO, LA UTILIZACIÓN DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS PERMITIÓ CLASIFICAR LA CALIDAD DEL AGUA EVALUANDO SU DINÁMICA POBLACIONAL.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA LOS FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL AGUA SON: EL USO DE PESTICIDAS TANTO EN LAS FUMIGACIONES AÉREAS COMO TERRESTRES, EL LAVADO DE BOMBAS DE FUMIGAR EN LAS INMEDIACIONES DEL RÍO Y LA EXTRACCIÓN DE MATERIAL PÉTREO, TODAS ESTAS ACCIONES PROVOCAN UN IMPACTO NEGATIVO EN LA CALIDAD DEL AGUA.

LAS PRINCIPALES ACCIONES ANTROPÓGENICAS QUE SE DESARROLLAN EN EL SITIO DE ESTUDIO Y QUE ESTÁN AFECTANDO DIRECTAMENTE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA SON: LAS FUMIGACIONES CON PESTICIDAS TANTO AÉREAS COMO TERRESTRES Y EL LAVADO DE BOMBAS DE FUMIGAR EN EL RÍO, TODO ESTO HA PROVOCADO QUE LA GENTE SUFRA ENFERMEDADES DIARREICAS Y DERMATOLÓGICAS FRECUENTEMENTE.

SE REGISTRARON 3190 INDIVIDUOS PERTENECIENTES A 9 FAMILIAS Y 6 ÓRDENES DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS, DÓNDE LA MAYOR CANTIDAD DE INDIVIDUOS PERTENECIERON A LA FAMILIA TUBIFICIDAE CON 815, SEGUIDO POR ELMIDAE CON 541 LAS CUALES SON RESISTENTES A LA CONTAMINACIÓN, POR LO QUE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO BABA EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA FUE DETERMINADA CON SIGNOS DE CONTAMINACIÓN.

EL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA DIO COMO RESULTADO QUE TODOS LOS PARÁMETROS MEDIDOS A EXCEPCIÓN DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES ESTÁN FUERA DE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES, POR TAL RAZÓN ESTO CORROBORA Y SE RELACIONA DIRECTAMENTE CON LA APLICACIÓN DE LOS ÍNDICES ETP Y BMWP-CO, ENCONTRÁNDOSE EL AGUA CON FUERTES SIGNOS DE CONTAMINACIÓN.

FINALMENTE BASADO EN LA APLICACIÓN DE LOS ÍNDICES BMWP-CO Y ETP, LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS REALIZADOS AL AGUA Y LA APLICACIÓN DE LAS ENCUESTAS A LOS MORADORES DE LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA PODEMOS CONCLUIR

QUE SE ACEPTA LA HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICA PLANTEADA EN LA PRESENTE INVESTIGACIÓN.

5.2. RECOMENDACIONES

CONTINUAR EL MONITOREO DE ORGANISMOS BIOACUÁTICOS EN FORMA PERIÓDICA Y CONTINUA, LO QUE NOS PERMITIRÁ A MEDIANO PLAZO CONOCER LA DINÁMICA DE LOS ORGANISMOS Y EN GENERAL EL COMPORTAMIENTO DEL ECOSISTEMA CON RELACIÓN A LAS VARIABLES AMBIENTALES, PUESTO QUE EXISTE UN DESFASE EN LA TOMA DE INFORMACIÓN QUE HA OCASIONADO QUE LA DATA SEA INSUFICIENTE Y QUE NO HA PERMITIDO HASTA EL MOMENTO REALIZAR UN VERDADERO ANÁLISIS Y EVALUACIÓN SOBRE EL ESTADO POBLACIONAL DE LOS ORGANISMOS, POR LO QUE LOS RESULTADOS NO SON CONCLUYENTES, SINO ÚNICAMENTE TENDENCIAS.

INCORPORAR EN FUTUROS MUESTREOS LA INFORMACIÓN DE FACTORES ABIÓTICOS COMO: PH, TEMPERATURA, GRANULOMETRÍA, PESTICIDAS, METALES PESADOS, NUTRIENTES, CORRIENTES ENTRE OTROS, PARA DETERMINAR LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ESTRUCTURA COMUNITARIA Y ABUNDANCIA DE LOS ORGANISMOS BIOACUÁTICOS, PARA CORRELACIONARLOS CON LAS VARIABLES BIOLÓGICAS YA QUE SON DETERMINANTES EN LA DINÁMICA DE LOS MISMOS.

CAPACITAR Y CONCIENCIAR A LOS AGRICULTORES DE LA ZONA PARA QUE NO SIGAN AFECTANDO LAS CONDICIONES DEL RÍO CON EL LAVADO DE BOMBAS DE FUMIGAR, EXTRACCIÓN DE MATERIAL PÉTREO, ETC.

REFORESTAR LAS RIBERAS DEL RÍO EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA PARA RESTAURAR EL HÁBITAT DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS.

CAPITULO VI

PROPUESTA ALTERNATIVA

6.1. TITULO DE LA PROPUESTA

Plan de acción ambiental para el manejo de acciones antropógenicas negativas en la zona de influencia norte de la Represa Baba.

6.2. JUSTIFICACIÓN

El plan de acción ambiental ayudará a definir con precisión objetivos, indicadores y métodos claves que hacen del mismo una herramienta práctica para comprender los problemas en un sistema hídrico, para así poder aplacarlos.

Un plan de acción ambiental en la zona de influencia norte de la Represa Baba consistirá en alertar a los pobladores sobre los cambios acontecidos en el agua, animales y tierra que asedia, a través de la observación. De esta manera se podrá revelar el estado en que se encuentra el río y proponer los procedimientos necesarios para mitigar su impacto.

Cabe indicar que se debe tomar medidas independientes en varios tramos del río como: aguas arriba y aguas abajo, para de esta manera realizar su comparación y poder determinar su calidad, así como de las actividades que ocurren a su alrededor, por ejemplo el río Baba puede estar más contaminado aguas arriba que aguas abajo, esto debido a que existen más descargas antropogénicas aguas arriba y más dilución de las mismas aguas abajo.

El plan de acción ambiental radicaré en instaurar medidas de alerta de las principales acciones antropogénicas que están contaminando el cauce del río, así como posibles soluciones para proteger el sistema hídrico del río Baba, es decir tomar medidas preventivas, correctivas, mitigación, entre otras.

6.3. OBJETIVOS

6.3.1. General

Elaborar un plan de acción ambiental, para disminuir acciones antropogénicas negativas en la zona de influencia norte de la represa Baba

6.3.2. Específicos

- Proponer un plan de trabajo para disminuir la afectación de la calidad del agua
- Socializar el plan de acción ambiental con las comunidades asentadas en las riberas del río para dar a conocer sus consecuencias.
- Capacitar a las comunidades asentadas en las riberas del río sobre los cuidados y uso del agua.

6.4. IMPORTANCIA

EL PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL ES TRASCENDENTAL POR LO SIGUIENTE:

- **PREVENCIÓN:** EL PRIMER PASO PARA UN APROPIADO SISTEMA DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE LA RIBERA DEL RÍO ES LA DIFUSIÓN DEL ESTUDIO CON LAS

AUTORIDADES COMPETENTES Y LA COMUNIDAD EN GENERAL, ADEMÁS DE CONCIENTIZAR A LAS PERSONAS A TRAVÉS DE TALLERES Y SEMINARIOS SOBRE LAS ACTIVIDADES QUE REALIZAN Y QUE ESTÁN CAUSANDO CONTAMINACIÓN DEL RÍO.

- **FACTIBILIDAD Y COSTO:** EL TÉRMINO PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL IMPLICA UN LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN Y DAR MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA NO SEGUIR CONTAMINANDO EL RÍO, EL COSTO VA A ESTAR RELACIONADO EN LA MEDIDA QUE SE INVOLUCREN TODAS LAS PERSONAS QUE HABITAN EN EL SECTOR.
- **CAPACITACIÓN Y ADIESTRAMIENTO:** PROPORCIONAR TALLERES DE ADIESTRAMIENTO Y ASESORÍA TÉCNICA, LO CUAL MOTIVA E INVOLUCRA A LA POBLACIÓN A NO SEGUIR DESARROLLANDO ACTIVIDADES QUE AFECTEN LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO.
- **GESTIÓN:** PARTICIPARÁ LA POBLACIÓN CONVIRTIÉNDOSE EN GESTORES PARA EL MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES, ESPECÍFICAMENTE DEL AGUA, COMPROMETIENDO A LOS GOBIERNOS LOCALES PARA LA APLICACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL.
- **ORGANIZACIÓN Y EDUCACIÓN:** LOS POBLADORES COMPROMETIDOS EN PRESERVAR Y RESTAURAR LA RIBERA DEL RÍO SE ORGANIZARÁN PARA TENER ACCESO A LA INFORMACIÓN, ASISTENCIA TÉCNICA ORIENTADOS POR LOS GOBIERNOS LOCALES, QUIENES AYUDARAN EN LA EDUCACIÓN A LOS COMUNEROS EN LA IMPORTANCIA DEL SEGUIMIENTO DE LA PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y MEJORA DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO.
- **DESARROLLO:** CON LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL SE GENERARÁN PLANES DE MANEJO, QUE INVOLUCRA EL DESARROLLO DEL SECTOR COMPRENDIDO, LO CUAL REVERTIRÁ EN UN BENEFICIO AMBIENTAL Y SOCIAL.

6.5. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA

LA PROPUESTA PARA LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL VA DIRIGIDA A LAS POBLADORES QUE HABITAN EN LAS RIBERAS RÍO BABA EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE BAJO EL PUENTE DE LA PARROQUIA PATRICIA PILAR (NORTE) HASTA LA CEIBA (COLA DEL EMBALSE-SUR).

EL SECTOR ESTÁ UBICADO ENTRE LAS COORDENADAS (UTM) 682268-9936654 RÍO BABA (ANTES); 682273-9936510 (DESPUÉS)-ESTACIÓN 1; 682940-9933614 RÍO BIMBE (ANTES); 682949-9933578 (DESPUÉS)- ESTACIÓN 2; Y 682191-9927898 RÍO TOACHI (ANTES); 682201--9927974 (DESPUÉS) ESTACIÓN 3 (GRÁFICO 15).

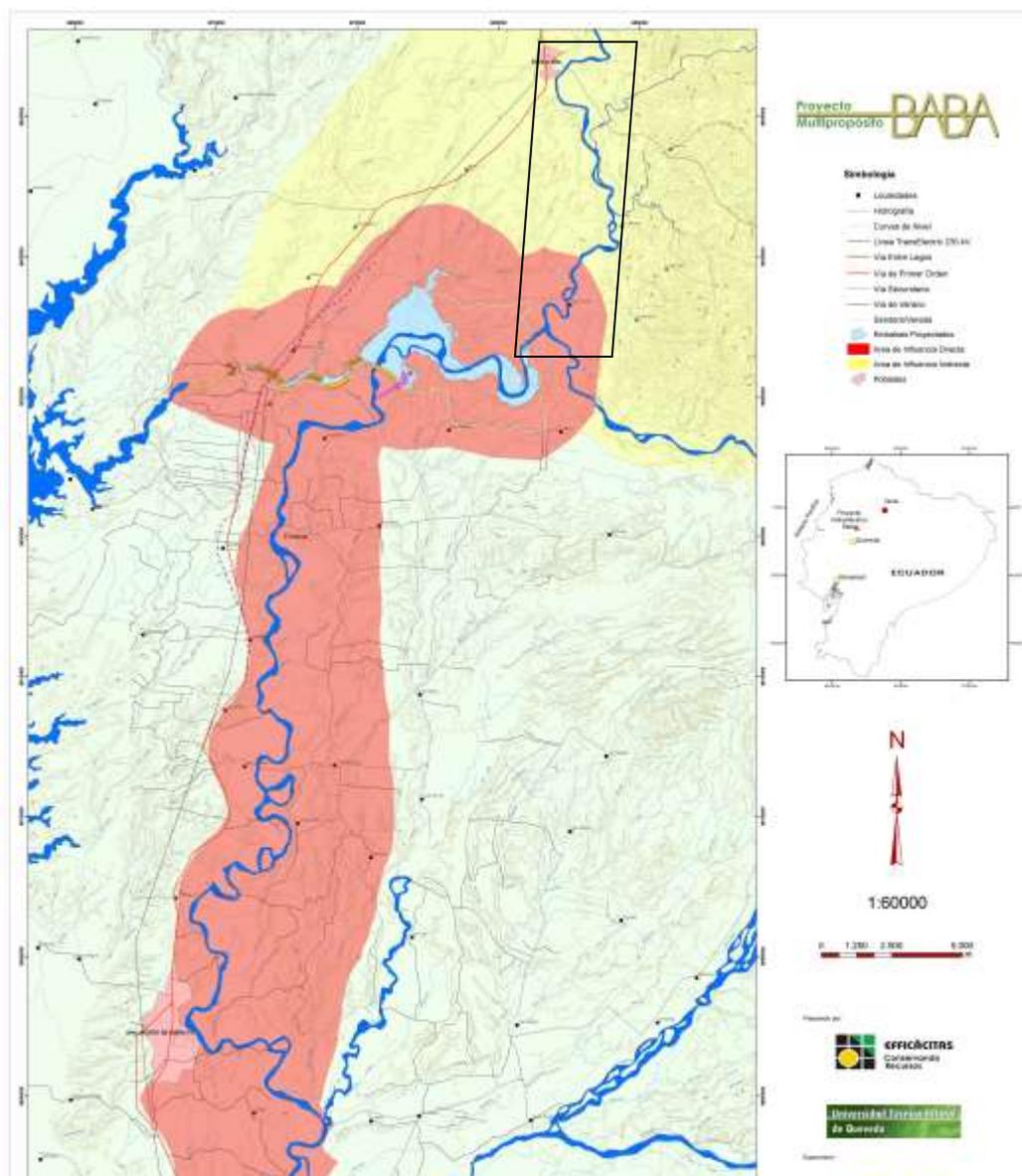


GRAFICO 15. UBICACIÓN SECTORIAL Y FÍSICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA

6.6. FACTIBILIDAD

LA PROPUESTA DE EJECUCIÓN DE UN PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL ES FACTIBLE POR LO SIGUIENTE: DESDE EL PUNTO DE VISTA ASOCIATIVO, LOS GOBIERNOS SECCIONALES Y LOCALES COMO MUNICIPIOS Y JUNTAS PARROQUIALES, PROMOVERÁN, SUGERIRÁN Y MOTIVARÁN A LOS POBLADORES A PARTICIPAR ACTIVAMENTE.

DESDE EL PUNTO DE VISTA PEDAGÓGICO, POSTERIORMENTE A LA INVESTIGACIÓN SE DETERMINÓ QUE EL PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL REQUERIRÁ CAPACITACIÓN DIRIGIDA, QUE PODRÍAN SER INSTITUCIONES ACREDITADAS COMO UNIVERSIDADES E INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN DEL PAÍS Y SUS ALREDEDORES.

EN BASE A LAS ENTREVISTAS REALIZADAS SE OBSERVÓ QUE DESDE LO SOCIAL, EXISTE CONCIENCIA DE QUE SE DEBERÍA REALIZAR EL PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL PARA OBSERVAR LAS CONDICIONES EN LAS QUE SE ENCUENTRA EL RECURSO AGUA A TRAVÉS DEL MUESTREO Y CONLLEVARÍA A GESTIONES DE PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO, LO QUE REDUNDA EN EL MEJORAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES Y LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLADORES.

POR OTRO LADO, SI LOS POBLADORES SON PARTÍCIPES DE SU PROPIO PROGRESO, UN PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL SERÁ SOSTENIBLE EN EL TIEMPO, CON LO QUE SE DEFINIRÁN ALIANZAS INSTITUCIONALES, CON GOBIERNOS LOCALES.

EL PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL, PROMOVERÁ EL FORTALECIMIENTO ORGANIZACIONAL, INSTITUCIONAL Y LA GENERACIÓN DE CAPACIDADES PARTICULARES, EN DIFERENTES SECTORES, LO CUAL NO DEPENDERÁN DE LAS INSTITUCIONES PARA PROTEGER Y CUIDAR EL RECURSO AGUA.

6.7. PLAN DE TRABAJO

CUADRO 9. PLAN DE TRABAJO A DESARROLLARSE, UTEQ. 2013

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	RESULTADOS ESPERADOS	ESTRATEGIAS	RESPONSABLES
DISEÑAR UN PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL EN EL RÍO BABA DESDE EL PUENTE PATRICIA PILAR HASTA LA CEIBA.	1. PROPONER UN PLAN DE TRABAJO PARA DISMINUIR LA AFECTACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA	QUE LOS MORADORES DEL SECTOR NO LAVEN ROPA, NI SUS BOMBAS DE FUMIGAR CON PESTICIDAS EN EL RÍO. LIMPIAR LAS RIBERAS DEL RÍO SACANDO TODA LA BASURA Y ANIMALES MUERTOS. QUE LAS AUTORIDADES	LAS AUTORIDADES COMPETENTES PROVEAN DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA LAVAR ROPA Y BOMBAS DE FUMIGAR. REALIZAR MINGAS DE LIMPIEZA. LAS AUTORIDADES COMPETENTES PROVEAN DE ZONAS ADECUADAS PARA LA EXTRACCIÓN DE	MORADORES DEL SECTOR, GOBIERNO PARROQUIAL Y MUNICIPAL.

	<p>PARROQUIALES PROHÍBAN TERMINANTEMENTE QUE SE EXTRAIGA MATERIAL PÉTREO Y QUE LA FUMIGACIÓN POR VÍA AÉREA Y TERRESTRE SE REALICE A MÁS DE 500 METROS DE DISTANCIA AL CAUCE DEL RÍO.</p> <p>QUE LAS AUTORIDADES PARROQUIALES PROHÍBAN LLEVAR ALIMENTOS A LAS ZONAS DE ESPARCIMIENTO DEL RÍO.</p>	<p>MATERIAL PÉTREO DONDE NO SE VEA AFECTADA LA POBLACIÓN.</p> <p>ESTABLECER A TRAVÉS DEL MARCO JURÍDICO MULTAS A LOS INFRACTORES QUE FUMIGUEN CON PESTICIDAS EN LAS INMEDIACIONES DEL RÍO.</p>	
2. SOCIALIZAR EL PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL CON LAS COMUNIDADES ASENTADAS EN LAS RIBERAS DEL RÍO PARA DAR A CONOCER SUS CONSECUENCIAS.	SENSIBILIZAR A LOS COMUNEROS SOBRE EL MANEJO Y CUIDADO DEL AGUA QUE POSEEN.	<p>CONFORMAR UN BLOQUE FACILITADOR DEL PROCESO.</p> <p>ELABORACIÓN DE GUÍAS, FOLLETOS, AFICHES PARA LA CAPACITACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE AGENTES MULTIPLICADORES.</p>	EQUIPO FACILITADOR DEL PROCESO, A TRAVÉS DE LOS GOBIERNOS LOCALES Y/O MUNICIPIO.
1. CAPACITAR A LAS COMUNIDADES ASENTADAS EN LAS RIBERAS DEL RÍO SOBRE LOS CUIDADOS Y USOS DEL AGUA.	MOTIVAR A LA POBLACIÓN PARA EJECUTAR PLANES DE MANEJO PERMANENTES EN EL ÁREA DE ESTUDIO.	GESTIÓN PARTICIPATIVA COMUNITARIA.	<p>EQUIPO FACILITADOR DEL ASUNTO.</p> <p>EQUIPOS DE MUESTREO</p>

ELABORADO POR: O. PRIETO, 2013

6.8. ACTIVIDADES

- **SOCIALIZACIÓN DEL PLAN MEDIANTE TALLERES:** SE REALIZARÁ EN COORDINACIÓN CON LOS GOBIERNOS AUTÓNOMOS DESCENTRALIZADOS LOCALES (MUNICIPIOS Y JUNTAS PARROQUIALES).
- **CAPACITACIÓN:** SE CAPACITARÁN A POBLADORES LOCALES Y ACONDICIONARÁN CENTROS DE CAPACITACIÓN.
- **MINGAS DE LIMPIEZA:** SE REALIZARÁN EN CONJUNTO CON LA PARTICIPACIÓN ACTIVA DE LA CIUDADANÍA EN GENERAL Y AUTORIDADES COMPETENTES.
- **PROHIBICIÓN DE ALIMENTOS EN LAS ZONAS DE ESPARCIMIENTO:** SE PROTEGERÁ LAS RIBERAS DEL RÍO A TRAVÉS DE LA VIGILANCIA Y ROTULACIÓN SOBRE EL BUEN USO DE LAS ZONAS DE ESPARCIMIENTO DEL RÍO, ADEMÁS SE APLICARÁN MULTAS A LOS INFRACTORES POR DAÑOS OCASIONADOS A LA NATURALEZA.
- **PROHIBICIÓN DE FUMIGACIONES AÉREAS Y TERRESTRES:** SE PROHIBIRÁ A TRAVÉS DE DECRETOS POR PARTE DE LOS GOBIERNOS LOCALES LA FUMIGACIÓN AÉREA Y TERRESTRE EN LAS INMEDIACIONES DEL RÍO.
- **PROHIBICIÓN DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL PÉTREO:** SE PROHIBIRÁ A TRAVÉS DE DECRETOS POR PARTE DE LOS GOBIERNOS LOCALES LA EXTRACCIÓN DE MATERIAL PÉTREO EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA.
- **ELABORACIÓN DE INFORMES:** SE RECONOCERÁN TODOS LOS RESULTADOS Y SE FORJARÁN INFORMES DE LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL.

6.9. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PLAN

CUADRO 10. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PLAN, UTEQ. 2013

ACTIVIDAD	RESPONSABLE	TRIMESTRES			
		1T	2T	3T	4T
TALLERES DE SOCIALIZACIÓN DEL PLAN	EQUIPO FACILITADOR, MUNICIPIO.	X			
CAPACITACIÓN	EQUIPO RESPONSABLE	X		X	
MINGA DE LIMPIEZA	GOBIERNO CANTONAL Y PARROQUIAL	X	X		
MEDIDAS DE PROHIBICIÓN DE ALIMENTOS EN LAS ZONAS DE ESPARCIMIENTO		X			
MEDIDAS DE PROHIBICIÓN DE FUMIGACIONES AÉREAS Y TERRESTRES			X		
MEDIDAS DE PROHIBICIÓN DE EXTRACCIÓN DE MATERIAL PÉTREO			X		
SEGUIMIENTO DEL CUMPLIMIENTO DEL PLAN		X	X	X	X

ELABORADO POR: O. PRIETO, 2013

ANUALMENTE SE PLANIFICARÍAN LAS ACTIVIDADES DE SEGUIMIENTO DE CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL.

6.10. RECURSOS

6.10.1. HUMANOS

- CAPACITADOR, FACILITADOR DEL PROCESO.
- POBLADORES ASENTADOS EN LAS RIBERAS DEL SISTEMA HÍDRICO DEL RÍO BABA (ZONA DE ESTUDIO).

6.10.2. MATERIALES

- MATERIAL DIDÁCTICO
- MATERIAL DE OFICINA

6.10.3. INSTITUCIONALES

- UNIVERSIDADES
- INSTITUTOS Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN
- MUNICIPIOS
- JUNTAS PARROQUIALES

6.10.4. GASTOS FINANCIEROS

CUADRO 11. ANÁLISIS DE GASTOS FINANCIEROS EN LA EJECUCIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL, UTEQ. 2013

TÍTULO	GASTO ANUAL (USD)	APORTE GOBIERNO PARROQUIAL Y CANTONAL	APORTE COMUNIDAD
PERSONAL TÉCNICO CAPACITADOR	2.500,00	100%	
MATERIAL DIDÁCTICO	2.000,00	100%	
MOVILIZACIÓN	1.000,00	60%	40%

EQUIPOS, MATERIAL DE DIFUSIÓN Y SECRETARÍA	1.000,00	100%	
TALLERES DE CAPACITACIÓN	500,00	70%	30%
TOTAL	7.000,00	95%	5%

ELABORADO POR: O. PRIETO, 2013

6.11. IMPACTO

EL IMPACTO DE ESTA PROPUESTA SERÁ POSITIVO, EN LO AMBIENTAL, SOCIAL, Y ECONÓMICO.

- **SOCIAL:** LA PROPUESTA ESTÁ DIRIGIDA A LAS COMUNIDADES Y ORGANIZACIONES CAMPESINAS DEL SECTOR RURAL QUE SE BENEFICIARÁN CON LA SENSIBILIZACIÓN Y CAPACITACIÓN EN TEMAS RELACIONADOS AL CUIDADO DEL AGUA, GENERACIÓN DE CAPACIDADES LOCALES, INCREMENTO EN LA CAPACIDAD CRÍTICA FRENTE A PROGRAMAS QUE ATENDAN LOS RECURSOS HÍDRICOS, CONDUCCIÓN DE LA INFORMACIÓN POR PARTE DE LAS COMUNIDADES.
- **AMBIENTAL:** LA PROPUESTA ESTÁ ORIENTADA AL SEGUIMIENTO PARA CUIDAR Y RECUPERAR EL RECURSO AGUA; A TRAVÉS DEL CONOCIMIENTO DE LOS ESCENARIOS BIOLÓGICOS DE LAS RIBERAS SE PODRÁ PREVENIR, CUIDAR, PROTEGER Y RECUPERAR LAS RIBERAS QUE ESTÉN CONTAMINADAS.
- **ECONÓMICO:** LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL TIENE UN COSTO ECONÓMICO Y MÁS DEPENDERÁ DEL CUIDADO QUE DE AHORA EN ADELANTE TENGAN LOS HABITANTES DEL ÁREA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA.

6.12. EVALUACIÓN

LA EVALUACIÓN DEL PROCESO SERÁ PERMANENTE LA CUAL ESTARÁ A CARGO DEL EQUIPO FACILITADOR. ESTA SE EMPLAZARÁ HACIA EL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS Y

RESULTADOS DISEÑADOS Y REALIZAR LOS AJUSTES NECESARIOS SI ASÍ FUERA EL CASO; PARA LO CUAL SE EMPLEARA LA MATRIZ DESCRIPTIVA QUE REGISTRA LOGROS, LIMITACIONES, LECCIONES APRENDIDAS Y LÍNEAS A SEGUIR, ADEMÁS SE PUEDE EMPLEAR LA MATRIZ FODA EN EL CUMPLIMIENTO DEL PLAN.

6.13. CONTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD

CON LA SOCIALIZACIÓN Y SENSIBILIZACIÓN SE MOTIVARÁ A LAS COMUNIDADES Y ORGANIZACIONES PARA QUE OBTENGAN CON VOLUNTAD Y RESPONSABILIDAD LA TAREA DE SER PARTÍCIPES DE LA GESTIÓN DEL RECURSO AGUA.

SE CONCIBE CONSTRUIR PARTICIPATIVAMENTE EL PROCESO DE COMPRESIÓN, INDISPENSABLE PARA QUE SE DÉ UNA AUTENTICA GESTIÓN COMUNITARIA AL CUIDADO DE LAS RIBERAS.

CON LA COOPERACIÓN DE LAS COMUNIDADES Y ORGANIZACIONES SE ESPERA FORJAR PLANES Y PROGRAMAS ENFOCADOS CON LA CONSERVACIÓN Y RECUPERACIÓN DE LAS RIBERAS; FUNDAMENTADAS EN ALIANZAS CON INSTITUCIONES U ORGANIZACIONES AFINES.

EN RESUMEN SE ESPERARÍA QUE LA COMUNIDAD ASUMA CON RESPONSABILIDAD EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN, ASÍ COMO EN LA TOMA DE DECISIONES, PLANIFICACIÓN, EJECUCIÓN, EVALUACIÓN, CONSERVACIÓN, APROVECHAMIENTO DEL AGUA Y LA FORMULACIÓN DE PLANES Y PROGRAMAS FUTUROS.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, L. 2005. DESARROLLO PARA UNA METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO INDICADORES DE LOS RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS. CONTRATO N° 05-01-24843-0424PS ENTRE EL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS “ALEXANDER VON HUMBOLDT” Y LUISA FERNANDA ÁLVAREZ ARANGO.

AZNAR, A. 2000. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE CALIDAD DE LAS AGUAS. GESTIÓN AMBIENTAL, VOL. 2(23) PÁG. 12-19.

BERNARD, N. 1999. CIENCIAS AMBIENTALES. ECOLOGÍA Y DESARROLLO SOSTENIBLE. 6ª. ED. VERSIÓN EN ESPAÑOL. PEARSON EDUCACIÓN. MÉXICO. PP 300-302.

BLANCO, P., HERNÁNDEZ, M. 2005. METODOLOGÍA PARA LA REALIZACIÓN DE PEQUEÑOS PROYECTOS DE APROVECHAMIENTO HIDROELÉCTRICO EN COMUNIDADES RURALES. TESIS DE ING. CIVIL. UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR. 675 P.

CARRERA, C., Y FIERRO, K. 2001. MANUAL DE MONITOREO: LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA. ECOCIENCIA. QUITO.

DE LA LANZA, E., HERNÁNDEZ, E., Y CARBAJAL, P. 2000. ORGANISMOS INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA Y DE LA CONTAMINACIÓN (BIOINDICADORES). PLAZA Y VALDÉS. MÉXICO. 633 P.

EFFICACITAS. 2007. PROGRAMA DE MONITOREO DE LOS RECURSOS PESQUERO, INFORME DE PESCA CORRESPONDIENTE AL MES DE NOVIEMBRE DE 2007.33 P.

EFFICACITAS. 2008. PROGRAMA DE MONITOREO DE LOS RECURSOS PESQUEROS. INFORME DE RESULTADOS JUNIO 2008. PROYECTO MULTIPROPÓSITO BABA.

FIGUEROA, R., VALDOVINOS, C., ARAYA, E., Y PARRA, O. 2003. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA DE RÍOS DEL SUR DE CHILE. REVISTA CHILENA DE HISTORIA NATURAL. 75:275-285.

FLOWERS, W. 2008. A NEW SPECIES OF THRAULODES (EPHEMEROPTERA. LEPTOPHLEBIIDAE, ATALOPHBIINAE) FROM A HIGHLY ALTERED RIVER IN WESTERN ECUADOR, FLORIDA, USA

GIACOMETTI, J. Y BERSOSA, F. 2006. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y SU IMPORTANCIA COMO BIOINDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO ALAMBI. BOL. TÉC. 6, SERIE ZOOLOGICA 2: 17-32.

GUTIERREZ, J., RISS, W., Y OSPINA, R. 2004. BIOINDICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA CON MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN LA SABANA DE BOGOTÁ, UTILIZANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES. CALDASIA. 26: 151-160.

HACIENDA. LA GACETA- DIARIO OFICIAL.2007. REGLAMENTO PARA LA EVALUACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DE CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES. (EN LÍNEA). CONSULTADO EN NOVIEMBRE DEL 2009. DISPONIBLE EN:

[HTTP://WWW.HACIENDA.GO.CR/CENTRO/DATOS/DECRETO/DECRETOS17%22007.PDF](http://www.hacienda.go.cr/centro/datos/decreto/decretos17%22007.pdf).

HAKANSON, L., PARPAROV, A., OSTAPENIA, A., BOULION, V., HAMBRIGHT, K. 2000. DEVELOPMENT OF A SYSTEM OF WATER QUALITY AS A TOOL FOR MANAGEMENT. FINAL REPORT TO INTAS, UPPSALA UNIVERSITY, DEPARTMENT OF EARTH SCIENCE. 19 P.

LEY DE AGUAS CODIFICACIÓN 16. REGISTRO OFICIAL 339 DE 20 DE MAYO DEL 2004.

MARCANO, J. 2009. NOCIONES DE ECOLOGÍA. ECOLOGÍA DE LAS AGUAS DULCES.(EN LÍNEA). CONSULTADO NOVIEMBRE 2012. DISPONIBLE EN:

[HTTP://WWW.JMARCANO.COM/NOCIONES/INDEX.HTML](http://www.jmarcano.com/nociones/index.html).

MENDIGUCHIA, C. 2005. UTILIZACIÓN DE ULTRATRAZAS DE METALES PESADOS COMO TRAZADORES DE LOS EFECTOS ANTROPOGÉNICOS PRODUCIDOS EN SISTEMAS ACUÁTICOS. TESIS PH. D. CÁDIZ, ES. UNIVERSIDAD DE CÁDIZ. 373 P.

ORDOÑEZ, C. 2002. DINÁMICA DE LA LÍNEA DE COSTA POR EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN, DEL TRAMO ENTRE PLAYA DE LOS HOLANDESES Y PUNTA CHUCHUPA, DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA. TESIS DE GEOLOGÍA, FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, BOGOTA. 130 P.

PRADO, M., REVELO, W., CÁRDENAS, M., PÉREZ, J., CAJAS, J., CALDERÓN, G., CASTRO, R Y GONZÁLEZ, N. 2010. MONITOREO DE ORGANISMOS BIOACUÁTICOS Y RECURSOS PESQUEROS EN EL RÍO BABA DURANTE 2010. INSTITUTO NACIONAL DE PESCA. 274 P.

QUIIJE, R. 2009. RESTAURACIÓN DE ESPACIOS DEGRADADOS. MÓDULO VIII. MAESTRÍA EN DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE. UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO. EC.

RANGEL, N., POSADA, B. 2005. GEOMORFOLOGÍA Y PROCESOS EROSIVOS EN LA COSTA NORTE DEL DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA, CARIBE COLOMBIANO (SECTOR PASO NUEVO – CRISTO REY). BOLETÍN DE INVESTIGACIONES MARINAS Y COSTERAS, 34 PP. 101-119.

RAZ, A. 2000. CRUSTÁCEOS Y POLIQUETOS. P. 265-307. EN: ORGANISMOS INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA Y DE LA CONTAMINACIÓN (BIOINDICADORES). DE LA LANZA, E. G., HERNÁNDEZ, P. S. Y CARBAJAL, P. J. L. (EDS). PLAZA Y VALDÉS. MÉXICO. 633 PP.

RESTREPO, M., MUÑOZ, N., DAY, E. 1990. PREVALENCE OF ADVERSE REPRODUCTIVE OUTCOMES IN A POPULATION OCCUPATIONALLY EXPOSED TO PESTICIDES IN COLOMBIA, SCAND J WORK ENV. HEALTH, 16: 232–38.

RISS, W., OSPINA, R., GUTIÉRREZ, J. 2002. ESTABLECIMIENTO DE VALORES DE BIODIAGNÓSTICO PARA MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DE LA SABANA DE BOGOTÁ. CALDASIA 24(1): 135-156

ROLDÁN, G. 1988. GUÍA PARA EL ESTUDIO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS. DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA. FONDO PARA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE. BOGOTÁ, COLOMBIA. 217 P.

ROLDÁN G. 1992. GUÍA PARA EL ESTUDIO DE LOS MACROINVERTEBRADOS DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA, COLOMBIA, FONDO FEN.

ROLDAN, G. 1999. LOS MACROINDICADORES Y SU VALOR COMO INDICADORES DE LA CALIDAD DE AGUA. *POSGRADO DE BIOLOGÍA, A.A. 1226*, (PÁGS. 50-62). MEDELLÍN, COLOMBIA.: UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA.

ROLDÁN, G. 2003. BIODIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN COLOMBIA. USO DEL MÉTODO BMWP/COL, Ed. UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA, MEDELLÍN. 182 P.

SANDOVAL, J., Y MOLINA, A. 2000. INSECTOS. P. 405-439. EN: ORGANISMOS INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA Y DE LA CONTAMINACIÓN (BIOINDICADORES). DE LA LANZA, E. G., HERNÁNDEZ, P. S. Y CARBAJAL, P. J. L. (EDS). PLAZA Y VALDÉS. MÉXICO. 633 PP.

SAVITZ, D., WHELAN, E., KLECKNER, R. 1989. SELF-REPORTED EXPOSURE TO PESTICIDES AND RADIATION RELATED TO PREGNANCY OUTCOME: RESULTS FROM NATIONAL NATALITY AND FETAL MORTALITY SURVEYS, PUBLIC HEALTH REPORTS, 104: 473-77.

TORO, M., ROBLES, S., AVILÉS, J., NUÑO, C., VIVAS, S., BONADA, N., PRAT, N., ALBATERCEDOR, J., CASAS, J., GUERRERO, C., JÁIMEZ-CUÉLLAR, P., MORENO, J., MOYÁ, G., RAMON, G., SUÁREZ, M., VIDALABARCA, M., ÁLVAREZ M., Y PARDO I. 2002. CALIDAD DE LAS AGUAS DE LOS RÍOS MEDITERRÁNEOS DEL PROYECTO GUADALMED. LIMNETICA, 21: 149-173.

TULAS, (1999). LIBRO VI. ANEXO 1. NORMAS RECURSO AGUA. ECUADOR. (EN LÍNEA) CONSULTADO EL 15 ENERO DEL 2013. DISPONIBLE EN: WWW.AMBIENTE.GOB.EC

VÁZQUEZ, G., CASTRO, G., GONZÁLEZ, G., PÉREZ, R., Y CASTRO, T. 2006. BIOINDICADORES COMO HERRAMIENTAS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA. CONTACTOS 60: 41-48.

ZHEN-WU, B. 2009. CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA VICTORIA, CURUBANDÉ, GUANACASTE, COSTA RICA, AÑO HIDROLÓGICO 2007-2008. TESIS M. SC. 184 P.

ANEXOS

ANEXO 1. ÍNDICE EPT PARA LAS TRES ESTACIONES DE MUESTREO

HOJA DE CAMPO 1: ÍNDICE EPT

ESTACIÓN: N° 1

SITIO: ANTES DEL PUENTE DE PATRICIA PILAR

NOMBRE DEL RÍO: BABA

FECHA DE RECOLECCION: 17/12/2012

PERSONAS QUE COLECTARON: OSCAR PRIETO

CLASIFICACION			
ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (NUMERO DE INDIVIDUOS)	EPT PRESENTES
COLEOPTERA	ELMIDAE	48	
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	27	
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	23	
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	18	
DIPTERA	SIMULIDAE	0	
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	56	56
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	160	
ODONATA	CALOPTERIGIDAE	34	
TRICHOPTERA	POLYCENTROPODIDAE	33	33
	TOTAL	399	89
	EPT TOTAL/ ABUNDANCIA TOTAL	89/399	0,2230
		0,2230*100	22,30%

CALIDAD DE AGUA 0-24% MALA

ELABORADO POR: O. PRIETO, 2013

HOJA DE CAMPO 1: ÍNDICE EPT

ESTACIÓN: N° 1

SITIO: DESPUÉS DEL PUENTE DE PATRICIA PILAR

NOMBRE DEL RÍO: BABA

FECHA DE RECOLECCION: 17/12/2012

PERSONAS QUE COLECTARON: OSCAR PRIETO

CLASIFICACION			
ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (NUMERO DE INDIVIDUOS)	EPT PRESENTES
COLEOPTERA	ELMIDAE	58	
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	27	
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	39	
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	41	
DIPTERA	SIMULIDAE	20	
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	65	65
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	214	
ODONATA	CALOPTERIGIDAE	46	
TRICHOPTERA	POLYCENTROPODIDAE	39	39
	TOTAL	549	104
	EPT TOTAL/ ABUNDANCIA TOTAL	104/549	0,1894
		0,1894*100	18,94%
	CALIDAD DE AGUA	0-24%	MALA

ELABORADO POR: O. PRIETO, 2013

HOJA DE CAMPO 1: ÍNDICE EPT

ESTACIÓN: N° 2

SITIO: ANTES DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO BIMBE

NOMBRE DEL RÍO: BABA

FECHA DE RECOLECCION: 18/12/2012

PERSONAS QUE COLECTARON: OSCAR PRIETO

CLASIFICACION			
ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (NUMERO DE INDIVIDUOS)	EPT PRESENTES
COLEOPTERA	ELMIDAE	89	
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	72	
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	0	
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	44	
DIPTERA	SIMULIDAE	16	
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	48	48
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	108	
ODONATA	CALOPTERIGIDAE	28	
TRICHOPTERA	POLYCENTROPODIDAE	51	51
	TOTAL	456	99
	EPT TOTAL/ ABUNDANCIA TOTAL	99/456	0,2171
		0,2171*100	21,71%

CALIDAD DE AGUA 0-24% MALA

ELABORADO POR: O. PRIETO, 2013

HOJA DE CAMPO 1: ÍNDICE EPT

ESTACIÓN: N° 2

SITIO: DESPUÉS DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO BIMBE

NOMBRE DEL RÍO: BABA

FECHA DE RECOLECCION: 18/12/2012

PERSONAS QUE COLECTARON: OSCAR PRIETO

CLASIFICACION			
ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (NUMERO DE INDIVIDUOS)	EPT PRESENTES
COLEOPTERA	ELMIDAE	93	
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	0	
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	55	
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	48	
DIPTERA	SIMULIDAE	52	
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	74	74
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	102	
ODONATA	CALOPTERIGIDAE	46	
TRICHOPTERA	POLYCENTROPODIDAE	70	70
	TOTAL	540	144
	EPT TOTAL/ ABUNDANCIA TOTAL	144/540	0,2666
		0,2666*100	26,67%

CALIDAD DE AGUA 25-49% REGULAR

ELABORADO POR: O. PRIETO, 2013

HOJA DE CAMPO 1: ÍNDICE EPT

ESTACIÓN: N° 3

SITIO: ANTES DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO TOACHI

NOMBRE DEL RÍO: BABA

FECHA DE RECOLECCION: 19/12/2012

PERSONAS QUE COLECTARON: OSCAR PRIETO

CLASIFICACION			
ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (NUMERO DE INDIVIDUOS)	EPT PRESENTES
COLEOPTERA	ELMIDAE	104	
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	50	
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	45	
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	94	
DIPTERA	SIMULIDAE	31	
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	95	95
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	139	
ODONATA	CALOPTERIGIDAE	14	
TRICHOPTERA	POLYCENTROPODIDAE	81	81
	TOTAL	653	176
	EPT TOTAL/ ABUNDANCIA TOTAL	176/653	0,2695
		0,2695*100	26,95%

CALIDAD DE AGUA 25-49% REGULAR

ELABORADO POR: O. PRIETO, 2013

HOJA DE CAMPO 1: ÍNDICE EPT

ESTACIÓN: N° 3

SITIO: DESPUÉS DE LA DESEMBOCADURA DEL RÍO TOACHI

NOMBRE DEL RÍO: BABA

FECHA DE RECOLECCION: 19/12/2012

PERSONAS QUE COLECTARON: OSCAR PRIETO

CLASIFICACION			
ORDEN	FAMILIA	ABUNDANCIA (NUMERO DE INDIVIDUOS)	EPT PRESENTES
COLEOPTERA	ELMIDAE	149	
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	41	
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	0	
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	56	
DIPTERA	SIMULIDAE	58	
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	84	84
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	92	
ODONATA	CALOPTERIGIDAE	36	
TRICHOPTERA	POLYCENTROPODIDAE	77	77
	TOTAL	593	161
	EPT TOTAL/ ABUNDANCIA TOTAL	161/593	0,2715
		0,2715*100	27,15%

CALIDAD DE AGUA

25-49%

REGULAR

ANEXO 2. ÍNDICE DE SENSIBILIDAD (BMWP) PARA LAS TRES ESTACIONES DE MUESTREO

HOJA DE CAMPO N° 2: ÍNDICE DE SENSIBILIDAD

ESTACIÓN: N° 1

ANTES DEL PUENTE DE PATRICIA

SITIO DE RECOLECCION: PILAR

NOMBRE DEL RÍO: QUEVEDO

FECHA DE RECOLECCION: 17/12/2012

PERSONAS QUE COLECTARON: OSCAR PRIETO BENAVIDES

CLASIFICACIÓN		CANTIDAD	SENSIBILIDAD
ORDEN	FAMILIA		
COLEOPTERA	ELMIDAE	48	5
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	27	10
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	23	4
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	18	2
DIPTERA	SIMULIIDAE	0	0
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	56	4
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	160	1
ODONATA	CALOPTERIGIDAE	34	8
TRICHOPTERA	POLYCENTROPODIDAE	33	7
	TOTAL	399	41

ESCALA DE SEVERIDAD 36 – 60 AGUAS MODERADAMENTE CONTAMINADAS

ELABORADO POR: O. PRIETO, 2013

HOJA DE CAMPO N° 2: ÍNDICE DE SENSIBILIDAD

ESTACIÓN: N° 1

SITIO DE RECOLECCION: DESPUÉS DEL PUENTE DE PATRICIA PILAR

NOMBRE DEL RÍO: QUEVEDO

FECHA DE RECOLECCION: 17/12/2012

PERSONAS QUE COLECTARON: OSCAR PRIETO BENAVIDES

CLASIFICACIÓN		CANTIDAD	SENSIBILIDAD
ORDEN	FAMILIA		
COLEOPTERA	ELMIDAE	58	5
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	27	10
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	39	4
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	41	2
DIPTERA	SIMULIIDAE	20	5
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	65	4
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	214	1
ODONATA	CALOPTERIGIDAE	46	8
TRICHOPTERA	POLYCENTROPODIDAE	39	7
	TOTAL	549	46
ESCALA DE SEVERIDAD 36 – 60 AGUAS MODERADAMENTE CONTAMINADAS			

HOJA DE CAMPO N° 2: ÍNDICE DE SENSIBILIDAD

ESTACIÓN: N° 2

SITIO DE RECOLECCION: ANTES DE DESEMBOCADURA DE RÍO BIMBE

NOMBRE DEL RÍO: QUEVEDO

FECHA DE RECOLECCION: 18/12/2012

PERSONAS QUE COLECTARON: OSCAR PRIETO BENAVIDES

CLASIFICACIÓN		CANTIDAD	SENSIBILIDAD
ORDEN	FAMILIA		
COLEOPTERA	ELMIDAE	89	5
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	72	10
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	0	0
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	44	2
DIPTERA	SIMULIIDAE	16	5
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	48	4
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	108	1
ODONATA	CALOPTERIGIDAE	28	8
TRICHOPTERA	POLYCENTROPODIDAE	51	7
	TOTAL	456	42

ESCALA DE SEVERIDAD 36 – 60 AGUAS MODERADAMENTE CONTAMINADAS

HOJA DE CAMPO N° 2: ÍNDICE DE SENSIBILIDAD

ESTACIÓN: N° 2

SITIO DE RECOLECCION: DESPUÉS DE DESEMBOCADURA DE RÍO BIMBE

NOMBRE DEL RÍO: QUEVEDO

FECHA DE RECOLECCION: 18/12/2012

PERSONAS QUE COLECTARON: OSCAR PRIETO BENAVIDES

CLASIFICACIÓN		CANTIDAD	SENSIBILIDAD
ORDEN	FAMILIA		
COLEOPTERA	ELMIDAE	93	5
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	0	0
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	55	4
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	48	2
DIPTERA	SIMULIIDAE	52	5
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	74	4
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	102	1
ODONATA	CALOPTERIGIDAE	46	8
TRICHOPTERA	POLYCENTROPODIDAE	70	7
	TOTAL	540	36

ESCALA DE SEVERIDAD 36 – 60 AGUAS MODERADAMENTE CONTAMINADAS

HOJA DE CAMPO N° 2: ÍNDICE DE SENSIBILIDAD

ESTACIÓN: N° 3

SITIO DE RECOLECCION: ANTES DE DESEMBOCADURA DE RÍO TOACHI

NOMBRE DEL RÍO: QUEVEDO

FECHA DE RECOLECCION: 19/12/2012

PERSONAS QUE COLECTARON: OSCAR PRIETO BENAVIDES

CLASIFICACIÓN		CANTIDAD	SENSIBILIDAD
ORDEN	FAMILIA		
COLEOPTERA	ELMIDAE	104	5
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	50	10
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	45	4
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	94	2
DIPTERA	SIMULIIDAE	31	5
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	95	4
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	139	1
ODONATA	CALOPTERIGIDAE	14	8
TRICHOPTERA	POLYCENTROPODIDAE	81	7

	TOTAL	653	46
ESCALA DE SEVERIDAD 36 – 60 AGUAS MODERADAMENTE CONTAMINADAS			

ELABORADO POR: O. PRIETO, 2013

HOJA DE CAMPO N° 2: ÍNDICE DE SENSIBILIDAD

ESTACIÓN: N° 3

SITIO DE

RECOLECCION: DESPUÉS DE DESEMBOCADURA DE RÍO TOACHI

NOMBRE DEL RÍO: QUEVEDO

FECHA DE

RECOLECCION: 19/12/2012

PERSONAS QUE COLECTARON: OSCAR PRIETO BENAVIDES

CLASIFICACIÓN		CANTIDAD	SENSIBILIDAD
ORDEN	FAMILIA		
COLEOPTERA	ELMIDAE	149	5
COLEOPTERA	PSEPHENIDAE	41	10
DIPTERA	CERATOPOGONIDAE	0	0
DIPTERA	CHIRONOMIDAE	56	2
DIPTERA	SIMULIIDAE	58	5
EPHEMEROPTERA	BEATIDAE	84	4
HAPLOTAXIDA	TUBIFICIDAE	92	1
ODONATA	CALOPTERIGIDAE	36	8

TRICHOPTERA	POLYCENTROPODIDAE	77	7
	TOTAL	593	42
ESCALA DE SEVERIDAD 36 – 60 AGUAS MODERADAMENTE CONTAMINADAS			

ELABORADO POR: O. PRIETO, 2013

ANEXO 3. CLASES SE CALIDAD DE AGUA SEGÚN % EPT

PORCENTAJE EPT	CALIDAD DE AGUA
75 – 100 %	MUY BUENA
50 – 74 %	BUENA
25 – 49 %	REGULAR
0 – 24 %	MALA

FUENTE: ROLDAN 1999.

ANEXO 4. PUNTUACIONES ASIGNADAS A LAS DIFERENTES FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS PARA LA OBTENCIÓN DEL BMWP-CO, SEGÚN SENSIBILIDAD A CONTAMINANTES.

FAMILIAS	PUNTUACIÓN
<i>SIPHONURIDAE, HEPTAGENIIDAE, LEPTOPHEBIIDAE POTAMANTHIDAE, EPHEMERIDAE, TAENIOPTERYGIDAE, LEUCTRIDAE, CAPNIIDAE, PERLODIDAE, PERLIDAE, CHLOROPERLIDAE, APHELOCHEIRIDAE, PHRYGANEIDAE, MOLANNIDAE, BERAIDAE, ODONTOCERIDAE, LEPTOCERIDAE, GOERIDAE, LEPIDOSTOMATIDAE, BRACHYCENTRIDAE, SERICOSTOMATIDAE, ATHERICIDAE, BLEPHARICERIDA, PSEPHENIDAE</i>	10
<i>ASTACIDAE, LESTIDAE, CALOPTERYGIDAE, GOMPHIDAE, CORDULEGASTERIDAE, AESHNIDAE, CORDULIDAE, PSYCHOMYIIDAE, PHILOPOTAMIDAE, GLOSSOSOMATIDAE</i>	8
<i>EPHEMERELLIDAE, NEMOURIDAE, RHYACOPHILIDAE, POLYCENTROPODIDAE, LIMNEPHILIDAE</i>	7
<i>NERITIDAE, VIVIPARIDAE, ANCYLIDAE, HYDROPTILIDAE, UNIONIDAE, COROPHIIDAE, GAMMARIDAE, PLATYCNEMIDIDAE, COENAGRIIDAE, LIBELLULIDAE.</i>	6
<i>OLIGONEURIDAE, DRYOPIDAE, ELMIDAE, HELOPHORIDAE, HYDROCHIDAE, HYDRAENIDAE, CLAMBIDAE, HYDROPSYCHIDAE, SIMULIDAE, PLANARIIDAE, DENDROCOELIDAE, DUGESIIDAE</i>	5
<i>BAETIDAE, CAENIDAE, HALIPLIDAE, CURCULIONIDAE, CHRYSOMELIDAE, TABANIDAE, STRATIOMYDAE, EMPIDIDAE, DOLICHOPODIDAE, DIXIDAE, CERATOPOGONIDAE, ANTHOMYIDAE, LIMONIIDAE, PSYCHODIDAE, SIALIDAE, PISCICOLIDAE, HIDRACARINA</i>	4
<i>MESOVELIIDAE, HYDROMETRIDAE, GERRIDAE, NEPIDAE, NAUCORIDAE, PLEIDAE, NOTONECTIDAE, CORIXIDAE, HELODIDAE, HYDROPHILIDAE, HYGROBIIDAE, DYSTICIDAE, GYRINIDAE, VALVATIDAE, HYDROBIIDAE, LYMNAEIDAE, PHYSIDAE, PLANORBIDAE, BITHYNIIDAE, SPHAERIDAE, GLOSSIPHONIIDAE, HIRUDIDAE, ERPOBDELLIDAE, TIPULIDAE ASELLIDAE, OSTRACODA</i>	3
<i>CHIRONOMIDAE, CULICIDAE, MUSCIDAE, THAUMALEIDAE, EPHYDRIDAE</i>	2
<i>OLIGOCHAETA (TODAS LAS CLASES)</i>	1

SENSIBILIDAD	CALIDAD DE AGUA	CLASIFICACIÓN
NO ACEPTAN CONTAMINANTES	MUY BUENA	9-10

ACEPTAN MUY POCOS CONTAMINANTES	BUENA	7-8
ACEPTAN POCOS CONTAMINANTES	REGULAR	5-6
ACEPTAN MAYOR CANTIDAD DE CONTAMINANTES	MALA	3-4
ACEPTAN MUCHOS CONTAMINANTES	MUY MALA	1-2

FUENTE: ROLDAN 1999.

ELABORADO POR: O. PRIETO, 2013

ANEXO 5. ESCALA DE SEVERIDAD, CLASES DE CALIDAD DE AGUA

CLASES DE CALIDAD DE AGUA, VALORES BMWP (COL) Y COLORES PARA REPRESENTACIONES CARTOGRÁFICAS.

CLASE	CALIDAD	BMWP(COL)	SIGNIFICADO	COLOR
I	BUENA	> 150	AGUAS MUY LIMPIAS	AZUL
		101-120	AGUAS NO CONTAMINADAS O POCO ALTERADAS	
II	ACEPTABLE	61-100	SE EVIDENCIA EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN	VERDE
III	DUDOSA	36-60	AGUAS MODERADAMENTE CONTAMINADAS	AMARILLO

IV	CRÍTICA	16-35	AGUAS MUY CONTAMINADAS	NARANJA
V	MUY CRÍTICA	<15	AGUAS FUERTEMENTE CONTAMINADAS, SITUACIÓN CRÍTICA	ROJO

ELABORADO POR: O. PRIETO, 2013

ANEXO 6. MODELO DE ENCUESTA APLICADA A LOS MORADORES DEL SECTOR

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
UNIDAD DE POSTGRADO
MAESTRIA EN DESARROLLO Y MEDIO AMBIENTE
ENCUESTA N°.....

FECHA: SEXO:

Nº DE HIJOS..... COMPOSICIÓN FAMILIAR.....

OBJETIVOS:

- IDENTIFICAR LAS ACCIONES ANTROPOGÉNICAS QUE SE DESARROLLAN EN LA ZONA DE INFLUENCIA NORTE DE LA REPRESA BABA Y QUE TENDRÍAN INCIDENCIA EN LA CALIDAD DE SUS AGUAS.
- LOS RESULTADOS DE ESTA ENCUESTA SE UTILIZARÁN CON FINES CON FINES ACADÉMICOS.

1. CONSIDERA USTED QUE EL AGUA DEL RÍO PRESENTA ALGUNA DE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS, CALIFIQUE DEL 1 AL 3 COMO ES LA CALIDAD DEL AGUA.

Nº	INDICADOR	PUNTAJE		
1	TURBIA			
2	TRANSPARENTE			
3	MAL OLOR			
4	CONTAMINADAS POR (BASURA Y ANIMALES MUERTOS)			
5	CONTAMINADAS POR (AGROQUÍMICOS)			

CALIFIQUE: (1 = NUNCA), (2 = A VECES), (3 = SIEMPRE)

2. ¿CONSIDERA QUE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO BABA ES ADECUADA, PARA LAS ACTIVIDADES AGROPECUARIAS?

1. Si

2. No

3. RESPONDA SI EN EL SECTOR DONDE USTED VIVE SE DESARROLLAN LAS SIGUIENTES ACTIVIDADES:

FUMIGACIÓN AÉREA

FUMIGACIÓN TERRESTRE

Nº	INDICADOR (ENFERMEDADES)	PUNTAJE	
1	DIARREICAS		
2	PIEL		
3	OTRAS, CUÁL?.....		

CALIFIQUE: 1 = RARA VEZ (1 – 2 VECES AL AÑO)

2 = FRECUENTEMENTE (4 – 5 VECES AL AÑO)

9. ¿CONOCE SI SE REALIZA ALGÚN TIPO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DE AGUA EN EL RÍO BABA?

1. Si

2. No

QUIÉN

LO

REALIZA.....

10. ¿QUÉ SE DEBERÍA HACER PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO?

MUCHAS GRACIAS

ANEXO 7. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL AGUA



REPÚBLICA DEL ECUADOR



INSTITUTO NACIONAL DE PESCA PROCESO INVESTIGACIÓN SUBPROCESO ELABORACIÓN Y EJECUCIÓN DE PROYECTOS

Fecha: 14 de enero del 2013

Tipo de análisis solicitado: Análisis Físico químico del agua

Muestra colectada por: Personal del INP Solicitante

Solicitado por: Sr. Oscar Prieto Benavides

Número de muestras: 3 (tres) agua

RESULTADOS:

PARÁMETRO	UNIDAD	MUESTRA 1 Río Baba	MUESTRA 2 Río Simba	MUESTRA 3 Río Touchi	METODOLOGÍA APLICADA
OXÍGENO DISUELTTO	mg/l.	8,71	7,33	8,14	SM 4500-O B
DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO 5 DÍAS	mg/l.	2,34	2,8	2,51	SM 5210 B
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l.	8,98	12,65	11,23	SM 5220 D
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/l.	24,9	16,2	19,96	SM 2540 D

SM: Standard method for the examination of water and wastewater 18 th ed 1992


Dra. Ana María Yagual
Analista


M.Sc. Manuel Peralta
Coordinador IRBA