

CAPITULO I
INTRODUCCION

MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO ORGANISMOS INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA ENTRE CASERIO INGUEZA Y LA CIUDAD EL ANGEL

1.1- PROBLEMA

En el Ecuador la degradación de los ecosistemas fluviales constituye uno de los problemas ambientales a los que enfrenta la sociedad actual, sea con fines económicos, recreativos domésticos , los recursos hídricos se han proliferado de tal manera que resulta complicado encontrar ríos que mantengan sus condiciones ambientales originales.

En la actualidad, en la cuenca del Río El Ángel, especialmente en la zona media donde existen asentamientos humanos como el Caserío Ingueza y la Ciudad El Ángel se encuentran ubicadas industrias, plantaciones florícolas, haciendas y cultivos agrícolas que usan al río como lugar para botar basura y descargas directas de aguas residuales, urbanas, e industriales deficientemente tratadas junto con los productos derivados de las actividades agrícolas y ganaderas. Todo esto produce la contaminación del río.

El problema de los habitantes que se encuentran ubicados en el tramo entre el Caserío Ingueza y la Ciudad El Ángel del río en estudio, es no disponer de una herramienta técnica y metodológica para evaluar las condiciones en que se encuentran las aguas que usan diariamente.

La contaminación del agua es un problema para la salud de todos los seres vivos ya que la mayor parte de nuestras actividades dependen de este recurso.

Se calcula que en el mundo, más de 1200 millones de personas carecen de agua potable y cada año mueren unos 10 millones de personas por enfermedades producidas por usar agua contaminada.

Según Alba-Tercedor y Sánchez-Ortega (1.988), los macroinvertebrados que habitan en los cursos de agua evalúan la calidad de la misma debido a que presentan adaptaciones evolutivas a determinadas condiciones ambientales, y presentan límites de tolerancia a las diferentes alteraciones de las mismas. Estos límites de tolerancia varían, y así, frente a una determinada alteración se encuentran organismos “sensibles” que no soportan las nuevas condiciones impuestas, comportándose como “intolerantes”, mientras que otros, que son “tolerantes” no se ven afectados por la alteración. Si la perturbación llega a un nivel letal para los intolerantes, estos mueren y su lugar es ocupado por comunidades de organismos tolerantes. Del mismo modo, aun cuando la perturbación no sobrepase el umbral letal, los organismos intolerantes abandonan la zona alterada, con la cual dejan espacio libre que pueden ser colonizados por organismos tolerantes. De modo que, variaciones inesperadas en la composición y estructura de las comunidades de organismos vivos de los ríos pueden interpretarse como signos evidentes de algún tipo de contaminación.

1.2 JUSTIFICACION

El presente trabajo de investigación recopila información acerca del estado actual de la comunidad acuática de la zona media del Río El Ángel, en la que se presentan grados de alteración por la contaminación industrial y compara esta información con la obtenida en sectores situados agua arriba, poco alterados por actividades humanas, para así poder sugerir medidas correctoras que ayuden a la recuperación de este cuerpo hídrico.

Los pobladores que se encuentran situados dentro de la cuenca del Río El Ángel , caserío Inguenza, ciudad El Ángel en especial los caseríos de la zona baja, el Tambo, Mascarilla, Yascón, San Vicente se abastecen de agua para consumo humano, ganadería y riego de sus cultivos gracias a los afluentes de las micro-cuencas, quebradas o vertientes del Río El Ángel las mismas que en la actualidad sufren un deterioro continuo debido a las quemas incontroladas, provocadas por turistas y propietarios, la deforestación, el mal uso de agroquímicos, emanación de desechos residuales, urbanos y agroindustriales lo que provoca disminución de los caudales y principalmente la contaminación del agua.

Es necesario introducir el componente biológico en al análisis de calidad de aguas, siendo el uso de macroinvertebrados menos complejo y de menor costo en relación a los métodos físico-químicos, permitiendo que los moradores /as de las zonas rurales puedan evaluar el estado de sus ríos o vertientes y tomen las

medidas correctoras preventivas en el uso del agua y valoren su recuperación en beneficio de la salud humana.

Los ríos sostienen diversos y valiosos ecosistemas, no sólo por la capacidad del agua dulce para permitir la vida sino también por las abundantes plantas e insectos que mantiene y que forman la base de las cadenas tróficas. Los ecosistemas de los ríos pueden considerarse entre los más importantes de la naturaleza y su existencia depende totalmente del régimen de los mismos. Por lo tanto, se debe tener gran cuidado para no alterar este régimen al actuar sobre el río y su cuenca, ya que una gestión poco responsable de los recursos del agua o su sobreexplotación pueden tener efectos desastrosos para el ecosistema.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Evaluar la calidad del agua entre el Caserío Ingueza y la Ciudad El Ángel en el Río El Ángel utilizando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores.

1.3.2 Objetivos Específicos.

- Determinar la abundancia y diversidad de los macroinvertebrados en ocho sitios de estudio.
- Identificar taxónomicamente a los macroinvertebrados colectados hasta el nivel más bajo posible.
- Realizar el mapa de uso actual del suelo de la zona de estudio.
- Capacitar a los /las habitantes que se encuentran en el área de influencia con la investigación en el uso de macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores.
- Elaborar una propuesta de monitoreo biológico participativo del área de estudio, con la colaboración de los estudiantes de la brigada de Educación Ambiental del Cantón Espejo, personal de la Unidad Ambiental del Municipio de Espejo, encargado la Reserva Ecológica El Ángel, e interesados /as.

1.4 HIPOTESIS

¿La utilización de los macroinvertebrados acuáticos permite determinar el grado de contaminación del agua entre el Caserío Ingueza y la Ciudad El Ángel del Río El Ángel?

1.5 VARIABLES EN ESTUDIO

Variables Independientes

- Calidad de las aguas entre el caserío Ingueza y la ciudad El Ángel del Río El Ángel

Variables Dependiente

- Macroinvertebrados acuáticos

CAPITULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

FUNDAMENTACIÓN LEGAL

2.1 LEY DE AGUAS

Al expedirse la Organización del Régimen Institucional de Aguas, mediante Decreto Ejecutivo No. 2224, publicado en el R.O. 558-S, de 28-X-94, el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos fue sustituido por el Consejo Nacional de Recursos Hidráulicos, cuerpo colegiado multisectorial, y por las Corporaciones Regionales de Desarrollo, instituciones públicas de manejo de los recursos hídricos del país; aspecto que se deberá tener en cuenta en todos los artículos de esta Ley.

2.1.1 DE LA CONSERVACIÓN

En el Art. 20 se pretende conservar la disponibilidad del agua a través del Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos con la disminución del agua, realizando manejos adecuados de las Cuencas Hidrográficas a través de estudios como planes de manejo, creó también que se debe impartir educación ambiental a las personas que viven en las riveras de las cuencas para que sean ellas las primeras personas en conservar el agua.

En el Art. 21 habla de utilizar al máximo el recurso agua por la persona que la esta utilizando con eficiencia y economía para así conservar y mantener el recurso

agua que es lo que nos interesa a todos, para lograr esto hay que construir y conservar las obras civiles como las represas, tanques de agua, etc.

2.1.2 DE LA CONTAMINACIÓN

En el Art. 22 se menciona la prohibición de la contaminación del agua para que de esta manera no afecte al medio ambiente y la salud humana.

El Estado Ecuatoriano dice que aplicará políticas que permitan el cumplimiento de dichas leyes, creó también que debería haber sanciones para quien contamina el agua ya que esta causa muchas enfermedades especialmente a las personas más vulnerables como son los niños y los ancianos.

FUNDAMENTACIÓN TEORICA

2.2 EL AGUA

El agua es un compuesto inorgánico más abundante en la biosfera. Más de la tercera parte de nuestro planeta (1500 millones de kilómetros cúbicos) está compuesto por agua, solo 0.12% es apta para ser potabilizada. (CEPIS, 2004)

2.2.1 DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA TIERRA

La mayor parte es agua salada, ya que los océanos contienen el 97% del agua terrestre. El 2% restante es agua dulce, concentrada principalmente en las reservas de las regiones frías, como los casquetes polares, glaciares, y en forma de nieve; o en el subsuelo, en forma de agua subterránea 0.44%.(CEPIS, 2004)

Los lagos, ríos y la atmósfera acumulan un pequeño porcentaje de 0.66% de agua dulce. La mayor cantidad de agua dulce se encuentra en los ríos. Lamentablemente el agua dulce es un recurso cada vez más escaso, mientras que las necesidades de todos los seres humanos son cada vez mayores. (Carrera, C y Fierro, K. 2001)

En 1996 la demanda mundial de agua era de 5.692 km³/año contra una oferta de 3.745 km³/año, según fuentes del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y ciencias del Ambiente. (CEPIS, 2004)

2.2.2 DISTRIBUCIÓN MUNDIAL DEL AGUA DULCE

De los 39 millones de km³ de agua dulce:

- 29 millones de km³ se encuentran en estado sólido en los casquetes polares. Aun cuando son de difícil acceso, constituyen las grandes reservas de agua dulce en el mundo.
- 5 millones de km³ corresponden a aguas subterráneas.
- 5 millones de km³ a aguas superficiales. (Microsoft Encarta 2003).

2.2.3 CONTAMINACIÓN ACUÁTICA

La contaminación del agua es el resultado de la incorporación de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales, agrícolas ganaderas, aguas residuales o de otros tipos. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos. (G. Roldan, F Velásquez, T. machado 1981)

“Contaminación hídrica” o “calidad de agua”. Contaminación es “la acción y efecto de introducir materias o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que lleven a la alteración perjudicial de su calidad, en relación con los usos posteriores o con su función ecológica” (Barrera, 2000)

La contaminación del agua puede definirse como “cualquier carga adicional de sustancias o energía (calor) como resultado de la actividad humana”. Esta definición que es aceptada en términos generales en todo el mundo lleva implícito dos condiciones importantes:

1. No tiene en cuenta o no tiene relación con el sistema productivo o fuente de la que provenga la contaminación y los aspectos que la promueven o determinan.
2. Como se refiere directamente al cuerpo de agua y a evitar cualquier carga adicional, la solución implícita debe ser el realizar el tratamiento de los desechos a cualquier precio para evitar la adición a los cuerpos de agua. (Chará, 1999).

La calidad del agua en el Ecuador, ha venido paulatinamente deteriorándose especialmente en los últimos 20 años. En la mayoría de las ciudades del país, sobre todo en las poblaciones como Quito, Guayaquil y Cuenca, se produce grandes cantidades de residuos contaminantes que son vertidos a los ríos y esteros sin ningún tratamiento (Da Ros, 1995)

Barrera 2000, indica que el manejo inadecuado de las aguas residuales puede causar problemas en la salud de la población, así como el deterioro del medio, reflejado en producción de olores, eutrofización de los cuerpos receptores y efectos negativos sobre la biota, entre otros.

2.2.4 FUENTES IMPORTANTES DE LA CONTAMINACIÓN ACUÁTICA

La mayoría de las fuentes de contaminación, se deriva de las descargas no controladas de origen diverso. Las principales son debido a la:

2.2.4.1 Contaminación Agrícola

Está relacionada con las actividades del hombre encaminadas a obtener alimentos. Los principales contaminantes son los herbicidas, los insecticidas y los fertilizantes. (G. Roldan, F Velásquez, T. Machado 1981)

2.2.4.2 Contaminación Urbana.

Se debe principalmente a los desechos domésticos donde predominan las aguas negras. En este tipo de desecho hay que considerar dos aspectos fundamentales. El primero se refiere a la materia orgánica propiamente dicha, la cual en su descomposición consume el oxígeno disuelto del agua y genera malos olores. Como producto de la descomposición se generan además, nutrientes (Nitratos y Fosfatos principalmente), acelerando los procesos de eutrofización río abajo.

El otro componente de las aguas negras son los detergentes. Los detergentes están compuestos por un principio tensoactivo, que disminuye la tensión superficial del agua. Este principio es muy importante para la acción del detergente que puede,

en esta forma, ejercer una mejor labor de limpieza. Pero la vida en el agua, es un factor de desoxigenación de la misma.

Los detergentes poseen un segundo principio activo que son los fosfatos. Estos facilitan la labor de detergencia en aguas duras, pero son la principal fuente de eutrofización en los ríos y en los embalses.

Otro de los problemas que resulta con el uso de los detergentes es su baja biodegradabilidad, es decir, que se descomponen muy lentamente por la acción de los microorganismos acuáticos. (G. Roldan, F Velásquez, T. Machado 1981)

2.2.4.3 Contaminación Industrial.

Este tipo de contaminación se refiere principalmente a los residuos líquidos producidos por la industria. El problema de la contaminación industrial es tan variado, como variadas son las industrias. A medida que las poblaciones crecen, crecen con ellas demandas de bienes de consumo y por lo tanto, los contaminantes. (G. Roldan, F Velásquez, T. Machado 1981)

2.2.5 EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Los lagos, charcas, lagunas y embalses, son especialmente vulnerables a la contaminación. En este caso, el problema es la eutrofización, que se produce cuando el agua se enriquece de modo artificial con nutrientes, lo que produce un

crecimiento anormal de las plantas. Los fertilizantes químicos arrastrados por el agua desde los campos de cultivo contribuyen en gran medida a este proceso. El proceso de eutrofización puede ocasionar problemas estéticos, como mal sabor y olor del agua, y un cúmulo de algas o verdín que puede resultar estéticamente poco agradable, así como un crecimiento denso de las plantas con raíces, el agotamiento del oxígeno en las aguas más profundas y la acumulación de sedimentos en el fondo de los lagos, así como otros cambios químicos, tales como la precipitación del carbonato de calcio en las aguas duras. (Machado, 2001)

2.2.6 ESTUDIO Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN.

La meta oficial del decenio de los ochenta, década Internacional para el abastecimiento de agua potable y el saneamiento, Fue “agua limpia y saneamiento adecuado para todos en el año 1990” (Cubillos, 1995)

Actualmente, todavía escuchamos cifras alarmantes que tiene que ver con la disposición de agua potable y el saneamiento. Según la Organización Mundial de la Salud OMS (1999), unos 168 millones de personas no cuentan con suministro de agua por tuberías en sus hogares. El cólera fue considerada una enfermedad del pasado, reapareciendo en 1991, habiéndose notificado hasta 1997 más de 1.200.000 casos en 21 países del continente Americano.

Es importante el estudio de la contaminación, por lo que provee información necesaria para la toma de decisiones sobre qué hacer para mejorar la calidad del

agua, eliminar descargas de desechos o reducir su contribución contaminante. (Cubillos, 1995)

Según la OMS (1999) en el ciclo del agua los problemas relacionados con el saneamiento y abastecimiento de agua están estrechamente vinculados. Actualmente, el saneamiento no puede verse solo como disposición de residuos para prevenir un ambiente insalubre. El saneamiento debe formar parte de una política general de protección del ambiente, como una manera de evitar la contaminación y proteger la calidad del agua que va a usarse para bebida, cultivo de peces, crianza de moluscos y crustáceos, para fines recreativos, etc.

El proceso de planificación para el control y prevención de la contaminación considera los pasos siguientes a) determinar las condiciones existentes; b) Cuantificar las fuentes de polución y sus efectos; c) Evaluar las alternativas de prevención y tratamiento de los problemas identificados; d) desarrollar e implementar las recomendaciones del plan. (EPA, 1993)

2.2.7 RECUPERACIÓN ECOLÓGICA

Se habla de la recuperación ecológica o regeneración natural cuando el ecosistema liberado del estrés que lo altero comienza una sucesión progresiva y se recompone por si solo. La sucesión ecológica es el motor de este proceso y a menudo no concluye en las escalas de tiempo que desea el hombre. Suele ser un componente frecuente en proyectos de restauración, pues los objetivos son coincidentes,

aunque no la forma en que se alcanzan. En estos casos, suele “ayudarse” al proceso y se habla entonces de regeneración o recuperación asistida. (Machado, 2001)

2.2.8 ECOSISTEMA ACUATICO

Es una unidad formada por factores bióticos (o integrantes vivos como los vegetales y los animales) y abióticos (componentes que carecen de vida, como los minerales y el agua), en la que existen interacciones vitales, fluye la energía y circula la materia.

2.2.9 HABITAT DE AGUA DULCE

El hábitat es el lugar físico de un ecosistema que reúne las condiciones naturales donde vive una especie y a la cual se halla adaptado.

Según Machado (2001), los hábitats de agua dulce pueden considerarse en forma adecuada en dos series:

- Hábitat de agua quieta, o lénticos (*lenis* = quieto). Ejemplos: lagos, estanques, pantanos, charcos.

- Hábitat de agua corriente o lóticos (*lotus* = lavado). Ejemplos: manantiales, arroyos (riachuelos), ríos.

2.2.10 MANANTIAL O VERTIENTE

Es el flujo de agua que surge del interior de la tierra desde un solo punto o por un área restringida. Puede aparecer en tierra firme o ir a dar a cursos de agua, lagunas o lagos. Su localización está en relación con la naturaleza de las rocas, la disposición de los estratos permeables e impermeables y el perfil del relieve, ya que un manantial tiene lugar allí donde un nivel freático se corta con la superficie.

El agua desempeña un significativo papel en el desarrollo de las vertientes de la mayor parte de las regiones climáticas, incluidas las áridas. Éstas surcan la superficie de las laderas en la forma de arroyadas en manto y de escorrentías, o por debajo de la superficie como aguas subterráneas

De acuerdo a la salida de agua del manantial hacia la superficie se clasifican en:

- **Reocreno**; cuando fluye inmediatamente formando un curso.
- **Limnocreno**: cuando el agua pasa por un estanque antes de aflorar.
- **Helocreno**: cuando el agua aflora formando una ciénega.

2.3 EL RÍO

Corriente de agua que fluye por un lecho, desde un lugar elevado a otro más bajo.

La gran mayoría de los ríos desaguan en el mar o en un lago, aunque algunos

desaparecen debido a que sus aguas se filtran en la tierra o se evaporan en la atmósfera. (Microsoft Encarta 2003)

2.3.1 ORIGEN DEL RÍO

Todos los ríos del mundo nacieron hace millones de años. Los ríos Napo y Santiago, por ejemplo, se formaron muchísimo tiempo antes de la aparición de los seres humanos.

Los riachuelos nacen en pozas subterráneas donde se acumula el agua lluvia, nieve derretida, desagües o escapes de agua de lagos y estanques. Luego salen a la superficie en forma de manantial. Los riachuelos se unen a otros ríos, formando una red parecida a las ramas de un árbol. Esta red llamada sistema fluvial, se inicia en las cabeceras de los ríos y termina en los lagos o en el mar.

En esta red en forma de árbol, el tronco principal es el río más grande de la cuenca y es que generalmente de el nombre al río. Las ramas más pequeñas son esteros o afluentes.

Los ríos están rodeados de poca o mucha vegetación, el área de tierra junto al sistema fluvial, que se beneficia directamente de sus aguas, se llama cuenca. (Carrera, C y Fierro, K. 2001)

2.3.2 ECOLOGÍA DE LOS RÍOS

El funcionamiento del "Ecosistema Río", es muy diferente de los sistemas lacustres u oceánicos. Los ciclos de la materia no se desarrollan siguiendo un gradiente vertical, en las aguas corrientes el gradiente es longitudinal, de la cabecera hacia la desembocadura donde todos los materiales orgánicos y minerales necesarios para la vida, son transportados y redistribuidos continuamente por la corriente. (Alba-Tercedor, 1996)

2.3.3 CONTAMINACIÓN DE LOS RÍOS

La contaminación de los ríos se ha convertido en uno de los problemas ambientales más graves del siglo XX. Los ríos han sido utilizados como sumideros para los desechos de la agricultura y de la industria.

Gracias a su corriente y naturaleza ecológica, los ríos son capaces de regenerarse por sí mismos al admitir cantidades asombrosas de afluentes. Sin embargo, todos los ríos tienen un límite de capacidad de asimilación de aguas residuales y fertilizantes provenientes de las tierras de cultivo. Si se supera este límite, la proliferación de bacterias, algas y vida vegetal consumirá todo el oxígeno disuelto en el agua (eutrofización) y ahogará a insectos y peces, lo que destruye todo el ecosistema fluvial ya que se interrumpen las cadenas tróficas. (Microsoft Encarta 2003)

Contaminación Puntual.- los contaminantes proceden de fuentes identificables, como fábricas, refinerías o desagües de aguas residuales.

Contaminación no Puntual.- es aquella cuyo origen no puede identificarse con precisión, como las escorrentías de la agricultura, la minería o las filtraciones de fosas sépticas o depuradoras. (G. Roldan, F Velásquez, T. Machado 1981)

2.4 INDICES BIOLÓGICOS USADOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA

Los principales métodos biológicos que se utilizan para determinar la calidad del agua y en consecuencia, para el control de la contaminación de los ríos, son los indicadores biológicos, que se dividen en índices bióticos, Índices de diversidad ecológica y en modelos matemáticos de descripción y predicción. Los índices biológicos tienen la característica de almacenar más información histórica, ya que, los vertidos esporádicos producen cambios cualitativos y una disminución en el número de especies y el medio acuático necesita tiempo para ser recolonizado por las mismas especies.

Los índices biológicos se basan en el conocimiento de cómo responden las comunidades biológicas a las distintas perturbaciones que las actividades humanas infieren al medio acuático. Aunque se han utilizado diferentes tipos de organismos dulceacuícolas (macrófitas, peces, microorganismos), las comunidades de macroinvertebrados, son las más utilizadas. (Arrivallaga y Arredondo, 1987)

2.4.1 INDICE BMWP

El Índice BMWP (Biológica Monitoring Working Party Modificado) se basa en la identificación de una comunidad de macroinvertebrados que actúa como censor ambiental. Se computa sumando las puntuaciones asignadas a los distintos taxones encontrados en las muestras de macroinvertebrados. La mayor o menor puntuación asignada a un taxón está en función de su mayor o menor sensibilidad a la contaminación orgánica. (Arrivallaga y Arredondo, 1987)

El índice BMWP es el original, ideado por Hellawell (1978) para los ríos británicos mientras que el BMWP` es una variante para los ríos ibéricos propuesta por Alba-Tercedor y Jiménez Millan (1987). En esta última se incluyen familias que si están en ambos lugares.

2.4.2 INDICADORES BIOLÓGICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA

Los macroinvertebrados acuáticos son indicadores muy útiles porque son relativamente inmóviles comparado a los peces, y por lo tanto no se pueden escapar a la polución. Ellos también son sensibles a la polución, si el agua esta ligeramente o gravemente contaminada algunos tipos de animales morirían. Ya que después de terminada la polución, es necesario que pase un buen tiempo para que la comunidad habitual se restablezca. (De Lange 1994)

2.4.3 MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Como su nombre los indica, corresponden a todos aquellos organismos que carecen de vértebras y que viven en los sistemas acuáticos. En general suelen vivir adosados al fondo, sobre, entre o bajo el sustrato, y eventualmente pueden estar suspendidos en la columna de manera activa o pasiva. De manera de estandarizar su estudio, han sido clasificados en macroinvertebrados cuando miden más de 0.2 mm y por lo tanto visible al ojo sin la ayuda de aparatos de aumento, aunque esta medida no es estricta y se hace referencia al tamaño de las tramas de las redes utilizadas durante un estudio y la posibilidad de visualizar a los organismos a ojo desnudo. (De Lange 1994)

Dentro de los grupos más comunes y que suelen estar sobre el 70 % de todos los representantes, están las larvas de insectos, el resto lo componen pequeños moluscos, crustáceos, oligoquetos, sanguijuelas y planarias.

Desde el punto de vista de la contaminación, los macroinvertebrados se agrupan en tres categoría generales:

CLASE 1: Son indicadores de agua limpias, son muy sensibles a los cambios.

Dentro de ellos tenemos los Ordenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera.

CLASE 2: Son indicadores de aguas medianamente contaminadas. En general son tolerantes a la contaminación de tipo orgánica. Dentro de este grupo tenemos

algunos Odonata, Trichoptera, pero los taxones más representativos son algunos Diptera, como de la Familia Chiromidae, el Phylum Mollusca y la clase Hirudínea.

CLASE 3: Se encuentra en medios contaminados por materia orgánica. Se destaca a la Clase Annelida, y la Familia Chiromidae.

2.4.4 CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DE LOS PRINCIPALES GRUPOS DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Ephemeroptera.- los efemerópteros viven por lo regular en agua de corrientes, limpias y bien oxigenadas, solo algunas especies parecen resistir cierto grado de contaminación. En general, son considerados como indicadores de buena calidad del agua. Sus ninfas se encuentran normalmente adheridas a rocas troncos, hojas o vegetación sumergida algunas pocas especies se encuentran enterradas en fondos lodosos o arenosos. Su ciclo de vida es corto pudiendo vivir en forma adulta de 3 a 5 días. Las ninfas son prácticamente herbívoras y se alimentan de algas y tejidos de plantas acuáticas. A su vez, las ninfas de los efemerópteros constituyen la base alimenticia de los peces. (Roldan 1988)

Plecoptera.- Las ninfas de los plecópteros viven en aguas rápidas, bien oxigenadas, debajo de piedra, troncos, ramas y hojas. Son indicadoras de aguas muy limpias y oligotróficas.

Trichoptera.- La mayoría de los trichópteros viven en aguas corrientosas, limpias y oxigenadas debajo de piedras, troncos y material vegetal; algunas especies viven en aguas quietas y remansos de ríos y quebradas. Las larvas se alimentan de material vegetal y algas. En general son buenos indicadores de aguas oligotróficas.

Diptera.- Su hábitat es muy variado; se encuentra en ríos, arroyo, quebradas, lagos a todas las profundidades, depósito de aguas en brácteas de muchas plantas y orificios de troncos. Existen representantes de aguas muy limpias como la familia simuliidae, poco contaminada los tipulidos. En cambio los Chiromidos viven en agua de mala calidad pero en general el resto de familias son indicadores de la alteración del ecosistema.

Odonata.- Los odonatos viven en pozos, pantanos, márgenes de lagos y corrientes lentas y poco profundas; por lo regular, rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente. Viven en aguas limpias o ligeramente eutroficadas, se reconocen dentro de este grupo los denominados caballitos del diablo.

Neuroptera.- Viven en aguas de corrientes limpias, debajo de piedras, troncos, y vegetación sumergida; son grandes depredadores. En general se los considera indicadores de aguas oligotróficas o levemente mesotróficas.

Lepidoptera.- Viven en aguas bien oxigenadas, se los encuentra en rocas y se alimentan de algas y particularmente de diatomeas. Se los puede considerar indicadoras de aguas limpias.

Nematomorpha.- Viven en corrientes limpias, adheridos a la vegetación y debajo de piedras en las orillas de ríos y arroyos, para completar su ciclo, es necesario encontrar el huésped apropiado.

Tricladida.- La mayoría viven debajo de las piedras, troncos, ramas, hojas y sustratos similares, en aguas poco profundas tanto corrientes como estancadas. La mayoría viven en aguas bien oxigenadas, pero algunas especies pueden resistir cierto grado de contaminación.

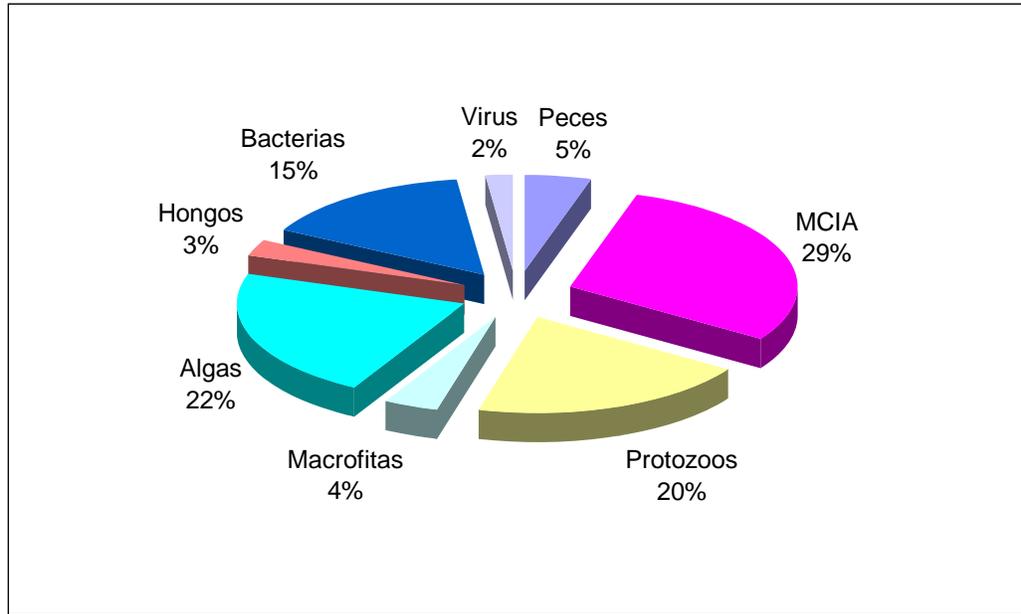
Anelida.- Viven en aguas eutroficadas. En los ríos contaminados con materia orgánica y aguas negras, constituyéndose éstos en indicadores de contaminación acuática.

2.4.5 RELACION DE LOS MACROINVERTEBRADOS CON OTROS BIOINDICADORES

Prat 1998, discute algunos métodos biológicos gráfico N.2.1 para la evaluación de la calidad de agua y considera a los macroinvertebrados acuáticos (MCIA) como el método que ofrece mayor sensibilidad, bajos costos y métodos simples de muestreo y análisis, junto con las macrofitas y algas son indicadores puntuales de

materia orgánica, eutrofización y acidificación, todos estos métodos son simples y baratos, la inconveniencia está en que se necesita tener un conocimiento adecuado de la taxonomía de cada grupo.

Grafico N.2.1 Porcentaje de aceptación de indicadores Biológicos



De: Ghetti _ Bonazi, 1981

2.4.6 MONITOREO BIOLÓGICO

El monitoreo biológico se refiere al muestreo de macroinvertebrados acuáticos (insectos acuáticos, cangrejos, etc.) para estudiar la calidad del agua de una quebrada o un río. En regiones templadas, la diversidad y abundancia de invertebrados acuáticos y/o peces en las quebradas han sido utilizadas para indicar la calidad del agua. (Laidlaw, K.L. 1996)

El monitoreo de un río consiste en determinar los cambios ocurridos en el agua, los animales y la tierra que les rodea, a través de varias observaciones o estudios.(Carrera, C y Fierro, K. 2001)

2.4.7 VENTAJAS Y DIFICULTADES EN EL USO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

VENTAJAS

- Gran número de especies ofrecen un espectro de respuestas a las perturbaciones.
- La naturaleza sedentaria de muchas especies permite el análisis espacial de los efectos de las alteraciones.
- Su largo ciclo biológico permite examinar temporalmente los efectos de alteraciones acumulados intermitentemente.
- El muestreo cualitativo y el análisis están bien desarrollados y pueden realizar utilizando material simple y barato.
- La taxonomía de muchos grupos es bien conocida y la identificación no es compleja.
- Numerosos métodos de análisis de datos han sido desarrollados para las comunidades de macroinvertebrados.
- Se han establecido las respuestas a distintos tipos de contaminación de muchas especies comunes.
- Los macroinvertebrados se adaptan bien a los estudios experimentales de las alteraciones.

- Son los únicos, que les afectan las perturbaciones de todos los tipos de agua y hábitats.

DIFICULTADES

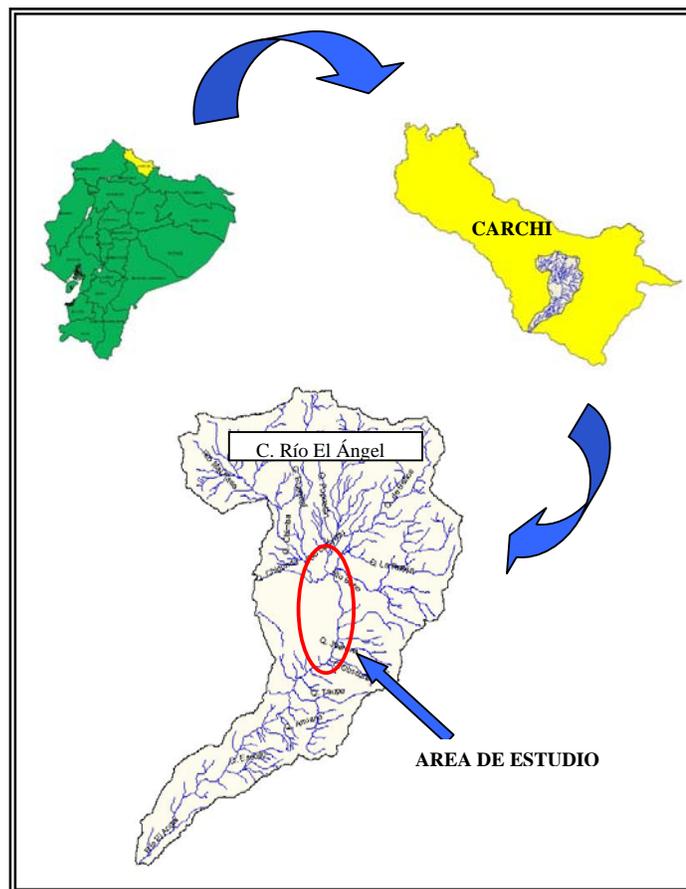
- El muestreo cuantitativo requiere un gran número de muestras, que pueden ser caras.
- Además de la calidad del agua, hay otros factores que pueden afectar a la distribución y abundancia de los organismos.
- La tendencia de algunos macroinvertebrados a dejarse llevar por la corriente, puede anular las ventajas ganadas gracias a la naturaleza sedentaria de muchas especies.
- Quizás hay demasiados métodos de análisis accesibles.
- Ciertos grupos no son muy conocidos taxonómicamente. (M. del Carmen Zúñiga de Cardoso et al, 1997)

CAPITULO III
MATERIALES Y METODOS

3.1 DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

El trabajo se realizó en la Provincia del Carchi, ubicado en el Cantón Espejo al Nor-este de la ciudad El Ángel. Concretamente se ha eligió un tramo del río El Ángel (gráfico N.3.2), inicia a los 3020 m de altura hasta los 2746 m de altura sobre el nivel del mar ubicado en la zona media de la cuenca.

Grafico N.3.2 Ubicación del área de estudio



Fuente: El Autor

En la trayectoria del tramo de estudio se encuentran las poblaciones caserío Inguenza, ciudad El Ángel, afluentes de los ríos Hurmiyacu y Cariyaccu las cuales se considera las principales fuentes generadoras de desecho al caudal del río.

3.1.1 CLIMA

El Área posee un Clima Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo a Húmedo, en donde fluctúan temperaturas que están entre los 10 y 17 °C y precipitaciones entre 500 y 2000mm.

3.1.2 HIDROCLIMATOLOGIA

Dada la importancia que tiene el clima como factor regulador de las condiciones ambientales de la cuenca, es imprescindible analizar los elementos climáticos como la precipitación, temperatura y humedad a fin de conocer su grado de influencia.

Para efectos del presente trabajo, se ha tomado en cuenta valores de precipitación y temperatura (cuadro N.3.1), generados por la estación más cercana a la cuenca donde se encuentra el trabajo de investigación como es la estación meteorológica El Ángel. Los valores obtenidos de esta estación, corresponden a los periodos de entre 1963 a 1990. Vale mencionar que la estación meteorológica se encuentra dentro del área de influencia con el estudio.

3.1.3 ESTACION METEOROLOGICA “EL ANGEL”

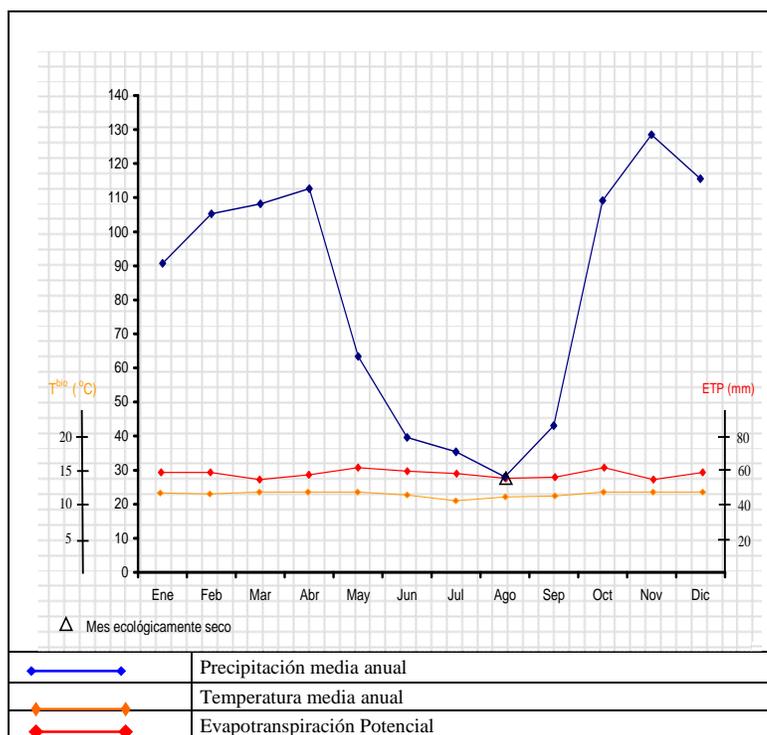
Esta estación se encuentra a 3055 msnm, presenta una precipitación media anual de 979,8 mm, con temperaturas promedio de 11.7 grados y una evapotranspiración potencial de 689,48 mm. Tiene un solo mes ecológicamente seco que es el mes de Agosto. (Ver Diagrama N.1)

Cuadro 3.1: Estación Meteorológica “EL ANGEL” Periodo 1963 - 1990

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Px	90,7	105,3	108,2	112,7	63,4	39,6	35,4	28,0	43,1	109,2	128,5	115,6
T^{bio}	11,8	11,7	11,9	12,0	11,9	11,6	10,8	11,3	11,5	12,0	12,0	11,9
ETPx	57,5	57,6	50,8	55,6	62,4	58,5	56,9	51,7	53,7	62,3	51,5	58,3
Meses secos								X				

Fuente: El Autor

Diagrama N.1. Diagrama ombrotermico estación meteorológica El Ángel



El diagrama N.1 representa gráficamente los valores mensuales de la precipitación, temperatura y evapotranspiración potencial, que se registran en la estación meteorológica El Ángel con el objetivo de determinar el periodo seco de dicha estación.

3.1.4 ZONAS DE VIDA

En esta área de acuerdo a la clasificación de Holdridge (Anexo E), encontramos los siguientes pisos altitudinales empezando desde bosque húmedo montano bajo (bh-MB) hasta la zona de bosque seco montano bajo (b.s-MB).

bosque seco Montano - Bajo (b.s.M.B.)

Esta formación se encuentra a partir de la cota de los 2000 metros hasta los 3000 metros de altura. Sus límites de temperatura fluctúan entre los 12 y 18 °C, y recibe una precipitación media anual entre los 500 y 1000 milímetros.

bosque húmedo Montano - Bajo (b.h.M.B)

Esta zona de vida, se la encuentra dentro del callejón interandino, en forma dispersa y formando parte de las estribaciones externas tanto de la cordillera occidental, como de la oriental. Esta formación vegetal se encuentra por arriba de los 2000 msnm. El promedio anual de precipitación pluvial oscila entre los 1000 y 2000 milímetros y registra una temperatura media anual entre 12 y 18 °C.

3.1.5 CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS

En el área predomina un relieve escarpado a montañoso con pendientes entre el 50 y 70% que esta condicionado por la actividad volcánica.

Los suelos que predominan en el área de estudio, son suelos derivados de cenizas volcánicas, franco o franco arenoso profundos, a veces, superficiales, con gran capacidad de retención de agua, densidad aparente baja, alto contenido de materia orgánica. (ORSTOM, 1980)

3.1.6 FAUNA

El deterioro de los Ecosistemas naturales del área de estudio ha ocasionado un grave problema para el desarrollo y existencia de las especies de vida silvestre de la zona, llegando a un estado que son escasas las ocasiones que se puede observar alguna especie de animales de vida silvestre.

La presión hacia los recursos naturales por parte de los habitantes de la zona, principalmente por el avance de la frontera agrícola y los procesos de deforestación, ha ocasionado la alteración del hábitat natural de las especies obligando a los animales a migrar a otros sitios, produciendo la pérdida de la biodiversidad y en algunos casos la extinción de especies.

En el trabajo de investigación de la fauna del área de estudio se pudo registrar algunas especies de aves (cuadro N.3.2), mamíferos (cuadro N.3.3) y reptiles (cuadro N.3.4).

Cuadro 3.2 Especies de aves encontradas en área de estudio

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
ACCIPITRIDAE	<i>Buteo platypterus</i>	Gavilán
ANATIDAE	<i>Anas flavirostri</i>	Pato silvestre
APODIDAE	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo
COLUMBIDAE	<i>Columba fasciata</i>	Paloma
COLUMBIDAE	<i>Columbina passerena</i>	Cuturpilla
COLUMBIDAE	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola
CATHARTIDAE	<i>Cathartes urea</i>	Gallinazo
EMBERIZIDAE	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión
EMBERIZIDAE	<i>Pheucticus chrysopeplus</i>	Huirac-churo
FALCONIDAE	<i>Falco sparverius</i>	Quilico
FALCONIDAE	<i>Phalcoboenus curunculatus</i>	Curiquingue
HIRUNDINIDAE	<i>Notiochelidon</i>	Golondrina
TITONIDAE	<i>Tyto alba</i>	Lechuza
TROCHILIDAE	<i>Metallura tyrianthina</i>	Colibrí
TURDIDAE	<i>Turdus fuscater</i>	Chihuaco
	<i>Tinamu mayor</i>	Perdiz

Fuente: El Autor

Como se puede observar en el cuadro N.3.3 son las diferentes especies de mamíferos silvestres que presenta el área de estudio.

Cuadro N.3.3 Especies de mamíferos encontrados en área de estudio

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
CANIDAE	<i>Pseudalopex culpaeus</i>	Lobo de páramo
DIDELPHIDAE	<i>Didelphis albiventris</i>	Raposa
ECHIMYDAE	<i>Acodon niollis</i>	Ratón de páramo
LEPORIDAE	<i>Silvilagus brasiliensis</i>	Conejo de páramo
DASYPODIDAE	<i>Dasypus novencictus</i>	Armadillo
MUSTELIDAE	<i>Mustela frenata</i>	Chucuri
MUSTELIDAE	<i>Conepatus chinga</i>	Zorrillo

Fuente: El Autor

En lo que se refiere a reptiles y anfibios se registraron dos especies como indica el cuadro N.3.4

Cuadro N.3.4 Anfibios y reptiles

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
HYLIDAE	<i>Gastroteca espeletia</i>	Sapo
HIGUANIDAE	<i>Polydobotus montium</i>	Lagartija

Fuente: El Autor

3.1.7 VEGETACION Y FLORA

La presión hacia los recursos naturales existentes actualmente en el área de estudio se han dado principalmente por la ocupación de nuevas tierras de cultivo y de grandes extensiones dedicadas al pastoreo de ganado, lo que han provocado

la disminución y pérdida de la cobertura vegetal de la zona, dejando solo escasos remanentes boscosos con algunas especies arbóreas y arbustivas naturales. En esta zona lo que corresponde a bosque alto andino casi ya ha desaparecido.

Cuadro N.3.5 Especies de flora encontradas en área de estudio

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
ASTERÁCEAE	<i>Baccharis chilco</i>	Chilca
ASTERÁCEAE	<i>Baccharis arbutifolia</i>	Chilca
ARALIACEAE	<i>Oreopanax sp.</i>	Pumamaqui
BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso
CUPRESSACEAE	<i>Cupressus macrocarpa</i>	Ciprés
EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia laurifolia</i>	Lechero
MIRTACEAE	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalypto
FABACEAE	<i>Lupinus sp.</i>	Falso chocho
MOMISACEAE	<i>Mimosa sp.</i>	Espino
PACIFLORACEAE	<i>Pasiflora tripartita</i>	Taxo silvestre
ROSACEAE	<i>Rubus roseus</i>	Mora blanca
PIPERACEAE	<i>Piper aduncun</i>	Cordoncillo

Fuente: El Autor

3.2 MATERIALES

Los materiales que fueron empleados tanto en el campo como en el laboratorio para la correcta realización y para que el trabajo tenga éxito fueron los que se indican a continuación:

3.2.1 MATERIALES DE CAMPO

- GPS
- Cámara fotográfica
- Cronómetro
- Estacas
- Flexómetro
- Alcohol
- Libreta de campo
- Cinta adhesiva
- Envases plásticos
- Pinza
- Lápiz para etiquetas
- Etiquetas
- Fichas de campo
- Bandeja de loza blanca
- Tarrinas
- Baldes
- Cernidor
- Impermeables
- Guantes
- Mochila
- Red surber

3.2.2 MATERIAL DE OFICINA

- SIG
- Cartas topográficas (IGM)
- Imágenes satelitales
- Fotografías aéreas (IGM)
- Hojas de papel bond tamaño A4
- Implementos de dibujo
- Lápices demográficos
- Computadora
- Impresora

3.2.2.1 SOFTWARE:

- Arc View
- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- Microsoft PowerPoint.

3.2.3 MATERIAL DE LABORATORIO

- Estereoscopio
- Lámpara de luz
- Cajas petri

- Pinzas
- Aguja de disección
- Lupas
- Claves de identificación
- Lamina de identificación

3.3 METODOS

Se realizó un estudio comparativo en ocho sitios del río centrado en índices biológicos de la calidad del agua; Índice biological Monitoring Working Party de Antioquia (BMWPA) y el Índice Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera. (EPT)

3.3.1 INDICE BMWP(A)

El uso del Índice Biological Monitoring Working Party de Antioquia (BMWPA) .- permite evaluar la calidad del agua teniendo en cuenta el nivel taxonómico de familias de macroinvertebrados acuáticos, donde el máximo puntaje se le asigna a las especies sensibles indicadoras de aguas limpias con un valor de 10, y el mínimo a las tolerantes, indicadoras de mayor contaminación con el valor de 1 para el resto de familias fluctúa entre 9 y 2 según el grado de tolerancia o sensibilidad que estos organismos presenten frente a la contaminación.(Zamora-Muñoz y Alba-Tercedor,1996)

El cuadro N.3.6 presenta los criterios de calidad tomando en cuenta la sensibilidad de los diferentes grupos taxonómicos.

Cuadro N.3.6 Criterios de calidad biológica

CLASE	CALIDAD	BMWPA	SIGNIFICADO
I	MUY BUENA	101-145>	Aguas muy limpias Aguas no contaminadas poco alteradas
II	BUENA	61-100	Evidencia efectos de contaminación
III	REGULAR	36-60	Aguas contaminadas
IV	MALA	16-35	Aguas muy contaminadas
V	MUY MALA	0-15	Aguas severamente contaminadas

(Fuente: Carrera, C y Fierro, K. 2001, Zamora-Muños y Alba-Tercedor, 1996)

3.3.2 INDICE EPT. (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera)

Este análisis se hace mediante el uso de tres grupos de macroinvertebrados que son bioindicadores de la buena calidad del agua por que son mas sensibles a los contaminantes.

El índice EPT se calcula sumando un punto por cada familia presente en la muestra perteneciente a los órdenes Ephemeropteros, Plecopteros y Trichopteros. (Carrera, C y Fierro, K. 2001)

En el cuadro N.3.7 se puede apreciar los criterios de calidad de calidad biológica EPT.

Cuadro N.3.7 Criterio de calidad biológico EPT

EPT	CALIAD
75 - 100%	Muy buena
50 - 74 %	Buena
25 - 49 %	Regular
0 - 24 %	Mala

(Fuente: Carrera, C y Fierro, K. 2001)

3.3.3 ÍNDICE DE DIVERSIDAD

Para medir la diversidad se utilizó el Índice de Diversidad de Shannon para ello se utilizo el paquete estadístico BIO-DAP.

3.4 PLAN DE MUESTREO

Para la caracterización y ubicación de los sitios en estudio se realizó salidas de campo, para esto se utilizó cartas topográficas, GPS, brújula, encuestas a los habitantes que se encuentran en el área de influencia con la investigación.

El muestreo se realizó en ocho sitios del tramo en estudio en los meses y épocas que se mencionan a continuación:

Cuadro N.3.8 Época v fecha de muestreo

ÉPOCA	FECHA
SECA	15 de agosto 2004
	15 de septiembre 2004
	15 de octubre 2004
LLUVIOSA	15 de noviembre 2004
	15 de diciembre 2004
	15 de enero 2005

Para la recolección de las muestras para cada sitio de estudio preseleccionado se realizó en una área delimitada de aproximadamente 50 metros de longitud. Se hizo batidas con la red en todos los microhábitats existentes en cada sitio de estudio; orillas con vegetación y sin vegetación, zonas de piedras, de arenas con corrientes y sin corriente.

Tras lo cual se procedió a muestrear de aguas abajo a aguas arriba procurando vaciar a menudo, el contenido de cada redada en bateas de color blanco (Anexo A.3). Con ello se evita que al colmatarse la red la propia corriente ayude a los animales a escapar.

3.4.1 RECOLECCION DE MUESTRAS

La técnica que se empleó en el estudio fue la de SURBER (Anexo A1) para la captura de los macroinvertebrados. Esta consiste en un marco metálico de 33 X 33 cm. la cual está sujeta a una malla de nylon de forma cónica y tejido muy fino. (Anexo A.2).

El marco se coloca sobre el fondo en contra de la corriente y con las manos se remueve el material del fondo quedando así atrapadas las larvas en la red. Esta operación se repite al menos tres veces en cada sitio, pudiéndose así calcular el número de organismos por metro cuadrado. Luego cuidadosamente se tona el material recogido en la red y se lo deposita en tarrinas herméticamente cerradas para su posterior limpieza y reconocimiento en el laboratorio (Roldan 1988)

3.4.2 MANEJO DE MUESTRAS.

El manejo de muestras tuvo dos fases: la primera en el campo, la segunda fase consiste en trabajo de laboratorio:

3.4.2.1 EN EL CAMPO

El material colectado, se fija en el campo con alcohol al 96 % (Anexo A.4) para su posterior análisis en el laboratorio Aunque estos organismos se suelen conservar en alcohol al 80 %, en este caso se utilizara alcohol sin diluir debido a que el trabajo es directamente en el campo, cada vez que se introduce una pequeña gota de agua, lo hace que paulatinamente que el alcohol vaya disminuyendo su concentración. (Alba-Tercedor et al 1990).

3.4.2.2 EN EL LABORATORIO

En el laboratorio primero se realiza la limpieza de las muestras de los macroinvertebraos acuáticos colectados, para esto se coloca Cloruro de sodio con agua, en los baldes con las muestras para que las hojas y otros cuerpos de diferente densidad floten, los mismos que son retirados con pinzas, el resto se cierne y se lava para luego depositarla en una bandeja de color blanco (Anexo B.1) para proceder a extraer a los macroinvertebrados con pinzas entomológicas.

Para la identificación y recuento se utiliza un estereoscopio (Anexo B.2) y la ayuda de las claves taxonómicas especializadas para cada uno de los grupos de macroinvertebrados presentes.

Una vez separado e identificado los diferentes grupos taxonómicos en el laboratorio las muestras representativas de cada especie se colocan en diferentes frascos de vidrio (vials Anexo B.3), con alcohol preferiblemente al 90 % ayudados de pinzas entomológicas.(Roldan, G. 1988)

3.4.3 ROTULADO DE LA MUESTRA

Cada frasco que contiene las muestras deben llevar una etiqueta escrita en tinta indeleble o lápiz que lleve la siguiente información: lugar de recolección, fecha, colector y numero de muestra (Anexo D.1). Otra etiqueta (Anexo D.2) que lleva el nombre científico y el nombre de quien lo clasifico.(Roldan 1988).

3.5 CARTOGRAFÍA BÁSICA DEL TRAMO DE ESTUDIO

Los mapas se realizaron con la ayuda de información geográfica existente de la cuenca del Río El Ángel, a través del software (ArcView 3.2).

- **Mapa del sistema hídrico.-** Donde se describen todos los sitios de muestreo cauces de agua incluyendo acequias y vertientes de la zona.

- **Mapa de uso actual del suelo** y cobertura vegetal.- En el se identificarán bosques densos, matorrales, cultivos, pastizales, etc.

3.6 CAPACITACION EN EL USO DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

La capacitación fue un aspecto muy importante dentro de la investigación se realizó con el fin de dar a conocer a los pobladores del área de influencia con la investigación, e involucrados de la importancia del tema en el uso de macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Para es se contó con la participación de los estudiantes de la Brigada de Educación Ambiental del Cantón Espejo año lectivo 2004 - 2005, personal de la Unidad Ambiental del Ilustre Municipio de Espejo y de la Reserva Ecológica el Ángel.

Para que la capacitación tenga éxito se realizaron charlas, enfocadas a incentivar la protección del ambiente, dando a conocer aspectos relacionados con este tema. Las charlas se realizó en el salón de conferencias del Ilustre Municipio de Espejo, también se realizó salidas de campo para la mejor comprensión de los / las participantes. Los temas tratados fueron los siguientes:

EL AGUA

- El agua en el ser humano
- Problemas de la contaminación
- Causas de la contaminación

- ¿Qué es el monitoreo y para que sirve?
- Uso de macroinvertebrados como bioindicadores.

3.7 PROPUESTA DE MONITOREO BIOLÓGICO PARTICIPATIVO

La elaboración de la propuesta de monitoreo biológico participativo se construyó una vez que se concluyó con la capacitación en el uso de los macroinvertebrados acuáticos, y contó con la participación los estudiantes que forman la brigada de Educación Ambiental del Cantón Espejo, personal de Unidad Ambiental del Municipio de Espejo, encargados de la Reserva Ecológica el Ángel y de personas interesadas.

CAPITULO IV
RESULTADOS y DISCUSIÓN

4.1 UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE ESTUDIO

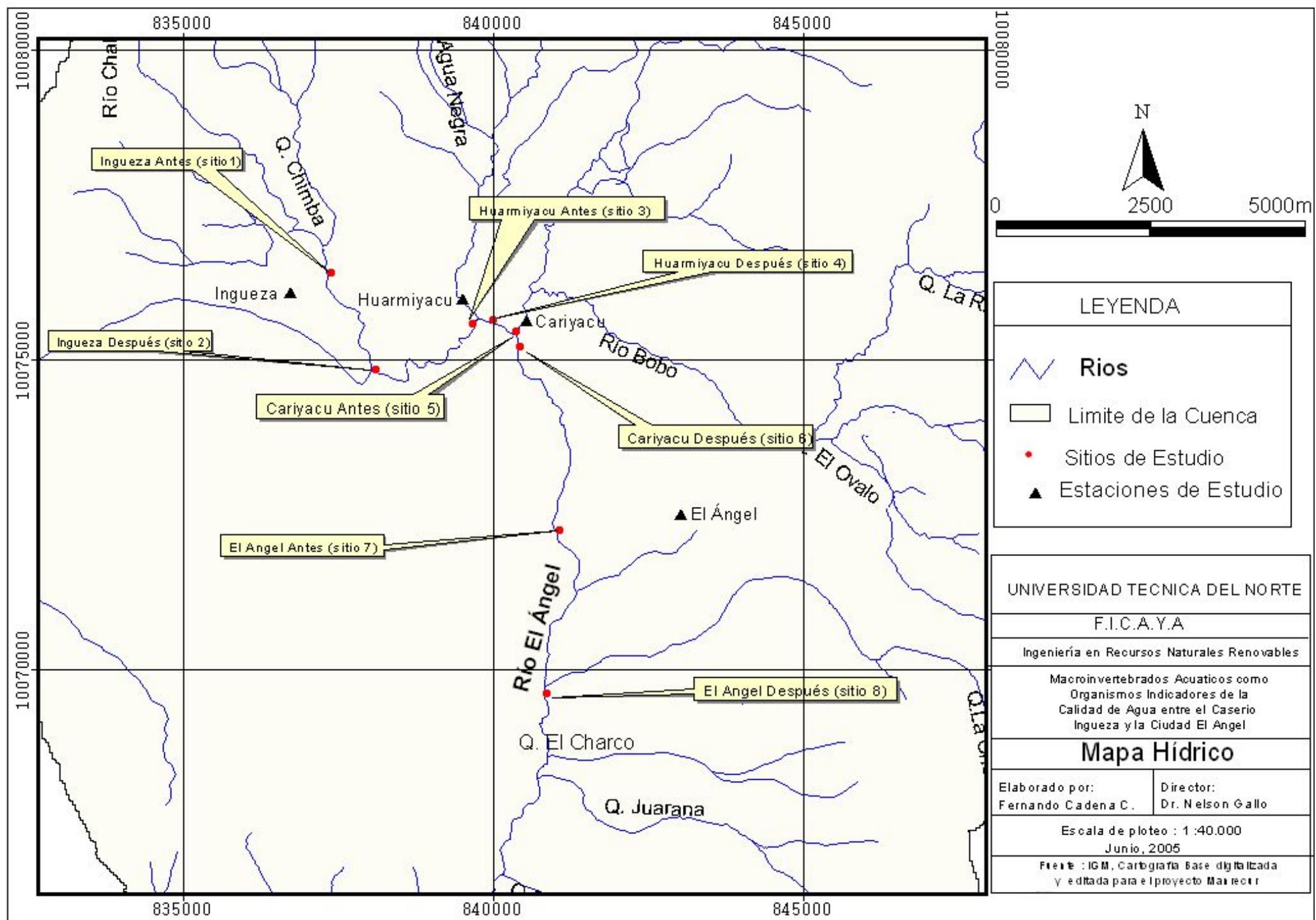
El tramo del río entre el caserío ingueza y la ciudad El Ángel tiene una longitud de aproximadamente 9 Km. Donde se analizó un total de ocho sitios de muestreo o estudio (cuadro N.4.9) de las cuatro estaciones referenciales establecidas, Caserío Ingueza, Ciudad El Ángel, afluentes Río Huarmiyacu y Río Cariyacu. Cuatro sitios Antes y cuatro sitios Después de cada estación, a una distancia variable dependiendo de los factores técnicos, origen y destino de los materiales contaminantes al tramo del río.

Cuadro N.4.9 Ubicación de los sitios de estudio

SITIOS DE ESTUDIO	COORDENADAS	
	UTM	
Ingueza antes (sitio 1)	72400 N	169275 E
Ingueza después (Sitio 2)	71450 N	169700 E
Huarmiyacu antes (Sitio 3)	71900 N	170650 E
Huarmiyacu después (Sitio 4)	71937 N	170850 E
Cariyacu antes (Sitio 5)	71825 N	171075 E
Cariyacu después (Sitio 6)	71675 N	171112 E
El Ángel antes (Sitio 7)	69875 N	171500 E
El Ángel después (Sitio 8)	68275 N	171375E

Fuente: El Autor

En el mapa hídrico podemos observar los sitios y estaciones referenciales que se tomaron para el estudio.



LEYENDA

- Rios
- Limite de la Cuenca
- Sitios de Estudio
- Estaciones de Estudio

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
 F.I.C.A.Y.A
 Ingeniería en Recursos Naturales Renovables

Macroinvertebrados Acuáticos como Organismos Indicadores de la Calidad de Agua entre el Caserío Ingueza y la Ciudad El Ángel

Mapa Hídrico

Elaborado por: Fernando Cadena C.	Director: Dr. Nelson Gallo
--------------------------------------	-------------------------------

Escala de ploteo : 1 : 40.000
 Junio, 2005

Fuente : IGM, Cartografía Base digitalizada y editada para el proyecto Macroin

4.2 USO DEL AGUA

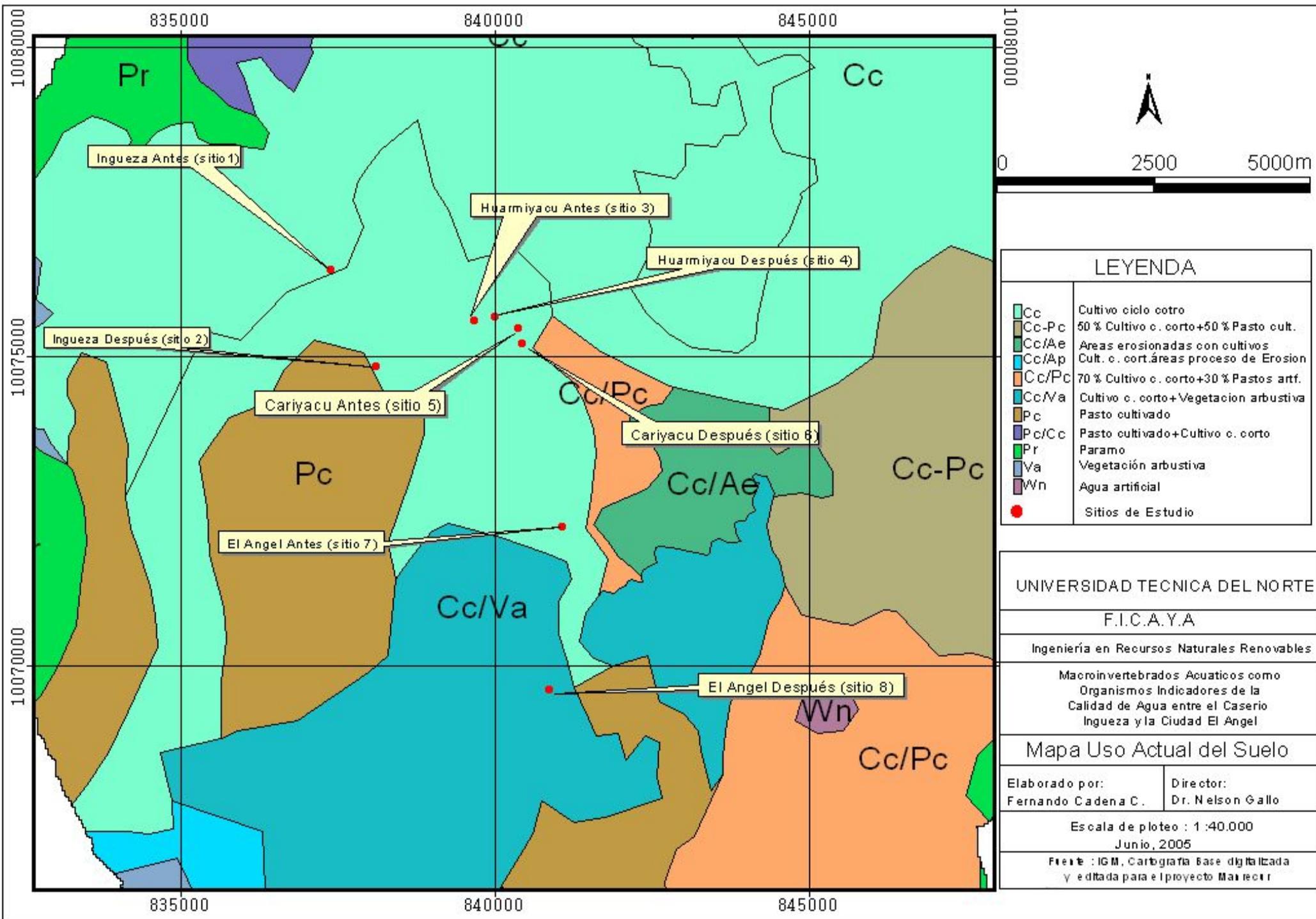
Generalmente el agua del tramo en estudio la utilizan para abrevaderos de los animales, grandes cantidades para mantenimiento y limpieza de los establos, para irrigar pastos, huertos, lavado de herramientas y equipos de fumigación, algunos pobladores del caserío Ingueza utiliza para lavar sus prendas de vestir y utensilios de cocina.

Otro aspecto que vale indicar, es que los sitios poblados que están dentro del tramo de estudio, Ingueza y El Ángel usan al río para botar basura y descargas de aguas residuales urbanas e industriales, provocando la contaminación del río.

4.3 USO DEL SUELO

En la zona investigación hay una notable biodiversidad agrícola especialmente de tubérculos andinos, cultivo de pastos, maíz y cereales. Además existen industrias de leche y plantaciones florícolas bajo invernadero.

En el mapa de uso actual del suelo se puede apreciar los sitios de estudio y áreas a que se dedica el suelo de la zona



LEYENDA	
Cc	Cultivo ciclo corto
Cc-Pc	50 % Cultivo c. corto+50 % Pasto cult.
Cc/Ae	Áreas erosionadas con cultivos
Cc/Ap	Cult. c. cort. áreas proceso de Erosion
Cc/Pc	70 % Cultivo c. corto+30 % Pastos artf.
Cc/Va	Cultivo c. corto+Vegetacion arbustiva
Pc	Pasto cultivado
Pc/Cc	Pasto cultivado+Cultivo c. corto
Pr	Paramo
Va	Vegetación arbustiva
Wn	Agua artificial
●	Sitios de Estudio

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE	
F.I.C.A.Y.A.	
Ingeniería en Recursos Naturales Renovables	
Macroinvertebrados Acuáticos como Organismos Indicadores de la Calidad de Agua entre el Caserío Ingueza y la Ciudad El Angel	
Mapa Uso Actual del Suelo	
Elaborado por: Fernando Cadena C.	Director: Dr. Nelson Gallo
Escala de ploteo : 1 :40.000 Junio, 2005	
Fuente : IGM, Cartografía Base digitalizada y editada para el proyecto Macroin	

4.4 ESTRUCTURA DE LA FAUNA BÉNTICA DEL TRAMO DE ESTUDIO

En el tramo de estudio entre el Caserío Ingueza y la Ciudad de El Ángel se encontraron un total de 10467 individuos, correspondientes a 36 Géneros, 30 Familias, 15 Órdenes, 8 Clases y 4 Phylum (cuadro N.4.10). Habiéndose encontrado el menor registró de géneros en el sitio N.8 que se le denominó El Ángel Después y el sitio donde se registró el mayor numero de géneros fue en el sitio N.1 que se le denominó Ingueza Antes, (cuadro N.4.11) lo que demuestra que en las zonas donde hay menos contaminación del agua existe un mayor numero de especies.

Cuadro N.4.10 Estructura de la fauna béntica del tramo de estudio

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	N. Ind.
Artropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>N.D.1</i>	5507
			Empididae	<i>Chelifera sp.</i>	60
				<i>Hemerodromia sp.</i>	4
			Ceratopogonidae	<i>Stilobezzia sp.</i>	65
			Culicidae	<i>Culex sp.</i>	1
			Dolichopodidae	<i>Rhapium sp</i>	2
				<i>Aphrosylus sp.</i>	1
			Simulidae	<i>Simullium sp.</i>	164
			Tabanidae	<i>Tabanus sp.</i>	2
				<i>Crysops sp.</i>	8
			Tipulidae	<i>Tipula sp.</i>	37
				<i>Molophilus sp.</i>	2
			Muscidae	<i>Limnophora sp.</i>	2
		Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Leptonema sp</i>	338
			Hydroptilidae	<i>Ochrotrichia sp</i>	262
		<i>Hydroptila sp.</i>		15	
		Plecoptera	Gripopterygidae	<i>Claudioperla sp.</i>	1
		Coleoptera	Elmidae	<i>Cylloepus sp</i>	65
				<i>Macrelmis sp</i>	6
			Psephenidaea	<i>Psephenops sp.</i>	2
Dytiscidae	<i>Thermonetus sp.</i>		2		

			Scyrtidae	<i>Elodes sp.</i>	23
		Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis sp.</i>	2630
		Odonata	Aeshnidae	<i>Aeshna sp.</i>	1
		Hemiptera	Corixidae	<i>Centrocorisa sp.</i>	1
			Veliidae	<i>Microvelia sp.</i>	5
		Lepidoptera	Piralidae	<i>Petrophila sp.</i>	6
	Crustaea	Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella sp.</i>	37
	Aracnida	Acari	Hydrachnidae	<i>N.D.2</i>	3
			Limnocharidae	<i>N.D.3</i>	2
Anelida	Oligochaeta	Haplovida	Anelidae	<i>N.D.4</i>	405
	Hirunidea	Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	<i>N.D.5</i>	309
Plathelminthes	Turbelaria	Ticladidae	Planariidae	<i>Dugesia c.f</i>	96
Molusca	Gastropoda	Bassomatophora	Lymnaeidae	<i>Lymnae sp.</i>	360
			Planorbidae	<i>Gyraulus sp.</i>	5
	Bivalvia	Pelecypoda	Unionidae	<i>N.D.6</i>	38

Fuente: El Autor

El cuadro siguiente N.4.11 ilustra un resumen general de los diferentes grupos de macroinvertebrados encontrados en los diferentes sitios del tramo de estudio.

Cuadro N.4.11 Resumen general de los macroinvertebrados registrados

SITIOS	PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO	INDIVIDUOS
Ingeza Antes	4	8	13	24	27	752
Ingeza Después	4	6	9	14	15	1526
Huarmiyacu Antes	4	7	10	16	17	1981
Huarmiyacu Después	4	7	10	17	17	1314
Cariyacu Antes	4	7	10	16	17	1836
Cariyacu Después	4	7	11	16	15	1138
El Ángel Antes	4	7	12	18	19	1186
El Ángel Después	4	6	8	11	11	734
TOTAL	4	8	15	30	36	10467

Fuente: El Autor

4.4.1 ABUNDANCIA DE INDIVIDUOS POR SITIO DE ESTUDIO

En la investigación el sitio que registró mayor número de individuos fue el sitio 3 que se le denominó Huarmiyacu Antes con 1981 individuos y el que registró menor número de individuos fue el sitio 8 que se le denominó El Ángel Después con 734 individuos. (Cuadro N.4.12) Por lo que hace parecer que la abundancia de Individuos no tiene relación con la diversidad de especímenes.

Cuadro N.4.12 Abundancia de individuos por sitio de estudio

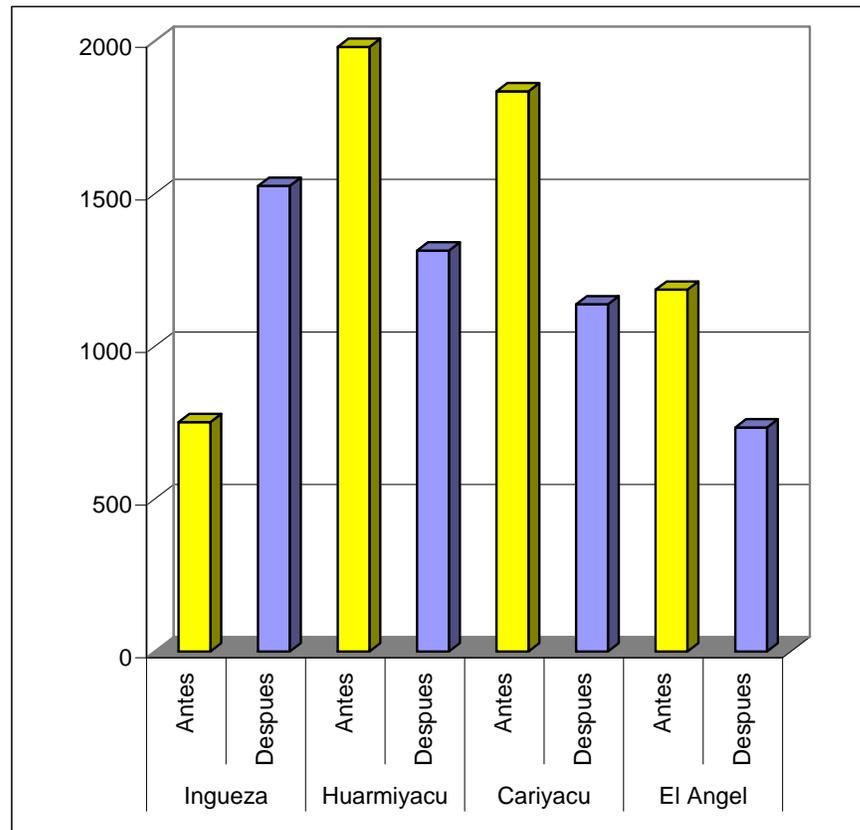
FAMILIA	GENERO	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Sitio 7	Sitio 8
Chironomidae	<i>N.D.1</i>	206	1261	914	470	953	590	607	506
Empididae	<i>Chelifera sp.</i>	1	3	7	3	14	6	19	7
	<i>Hemerodromia sp.</i>	1	0	0	0	0	0	3	0
Ceratopogonidae	<i>Stilobezzia sp.</i>	21	6	6	12	4	2	7	7
Culicidae	<i>Culex sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
Dolichopodidae	<i>Rhapium sp.</i>	0	0	0	0	1	1	0	0
	<i>Aphrosylus sp.</i>	0	0	0	0	1	0	0	0
Simuliidae	<i>Simullium sp.</i>	31	2	26	29	55	10	11	0
Tabanidae	<i>Tabanus sp.</i>	0	1	0	1	0	0	0	0
	<i>Crysops sp.</i>	0	7	1	0	0	0	0	0
Tipulidae	<i>Tipula sp.</i>	16	6	9	2	2	0	1	1
	<i>Molophilus sp.</i>	2	0	0	0	0	0	0	0
Muscidae	<i>Limnophora sp.</i>	0	0	0	2	0	0	0	0
Hydropsychidae	<i>Leptonema sp.</i>	9	0	13	25	151	0	113	27
Hydroptilidae	<i>Ochrotrichia sp.</i>	10	0	71	11	48	122	0	0
Hydroptilidae	<i>Hydroptila sp.</i>	15	0	0	0	0	0	0	0
Gripopterygidae	<i>Claudioperla sp.</i>	1	0	0	0	0	0	0	0
Elmidae	<i>Cylloepus sp.</i>	2	10	1	8	11	5	15	13
	<i>Macrelmis sp.</i>	4	0	2	0	0	0	0	0
Psephenidae	<i>Psephenops</i>	2	0	0	0	0	0	0	0
Dytiscidae	<i>Thermonetus sp.</i>	2	0	0	0	0	0	0	0
Scyrtidae	<i>Elodes sp.</i>	19	0	0	0	0	0	4	0
Baetidae	<i>Baetis sp.</i>	306	11	783	654	464	231	181	0
Aeshnidae	<i>Aeshna sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
Corixidae	<i>Centrocorisa sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0
Veliidae	<i>Microvelia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	5	0
Piralidae	<i>Petrophila sp.</i>	3	0	0	0	0	1	0	2
Hyalellidae	<i>Hyalella sp.</i>	18	0	7	3	2	5	2	0
Hydrachnidae	<i>N.D.2</i>	3	0	0	0	0	0	0	0

Limnocharidae	N.D.3	2	0	0	0	0	0	0	0
Anelidae	N.D.4	32	53	45	24	22	65	108	56
Glossiphoniidae	N.D.5	15	153	53	33	7	8	11	29
Planariidae	<i>Dugesia cf.</i>	3	7	3	5	8	39	18	13
Lymnaeidae	<i>Lymnae sp.</i>	19	3	37	13	90	50	75	73
Planorbidae	<i>Gyraulus sp</i>	5	0	0	0	0	0	0	0
Unionidae	N.D.6	4	2	3	19	3	3	4	0
Numero de Individuos. (N)		752	1526	1981	1314	1836	1138	1186	734
Numero de especies (S)		27	15	17	17	17	15	19	11

Fuente: El Autor

El grafico N.4.3 presenta comparativamente los resultados de abundancia de los individuos obtenidos para cada uno de los sitios de estudio.

Grafico N.4.3 Abundancia de Individuos por Sitio de Estudio



Fuente: El Autor

4.4.2 ABUNDANCIA DE MACROINVERTEBRADOS EN FUNCIÓN A LA ÉPOCA DE MUESTREO

Los resultados por épocas fueron 5826 individuos para la época seca y 4641 individuos en la época lluviosa registrándose un total general de 10467 Individuos (cuadro N.4.13). Lo que da un 56% para la época seca y 44% para época lluviosa, cabe destacar que en la época seca hubo mayor número de individuos, lo que hace parecer que la abundancia no tiene relación con la calidad del agua, en función a la época de muestreo.

Cuadro N.4.13 Abundancia de macroinvertebrados en función de la época de Muestreo

GENERO	Seca	Lluviosa	Total
<i>N.D.1</i>	3794	1713	5507
<i>Chelifera sp.</i>	39	21	60
<i>Hemerodromia sp.</i>	4	0	4
<i>Stilobezzia sp.</i>	38	27	65
<i>Culex sp.</i>	1	0	1
<i>Rhapium sp</i>	1	1	2
<i>Aphrosylus sp.</i>	1	0	1
<i>Simullium sp.</i>	89	75	164
<i>Tabanus sp.</i>	1	1	2
<i>Crysops sp.</i>	3	5	8
<i>Tipula sp.</i>	21	16	37
<i>Molophilus sp.</i>	0	2	2
<i>Limnophora sp.</i>	2	0	2
<i>Leptonema sp</i>	122	216	338
<i>Ochrotrichia sp</i>	109	153	262
<i>Hydroptila sp.</i>	11	4	15
<i>Claudioperla sp.</i>	0	1	1
<i>Cylloepus sp</i>	18	47	65
<i>Macrelmis sp</i>	2	4	6
<i>Psephenops sp.</i>	0	2	2
<i>Thermonetus sp.</i>	0	2	2
<i>Elodes sp.</i>	0	23	23
<i>Baetis sp.</i>	885	1745	2630
<i>Aeshna sp.</i>	0	1	1
<i>Centrocorisa sp.</i>	0	1	1
<i>Microvelia sp.</i>	2	3	5
<i>Petrophila sp.</i>	4	0	4

<i>Hyalella sp.</i>	16	23	39
<i>N.D.2</i>	1	2	3
<i>N.D.3</i>	1	1	2
<i>N.D.4</i>	251	154	405
<i>N.D.5</i>	170	139	309
<i>Dugesia c.f</i>	39	57	96
<i>Lymnae sp.</i>	169	191	360
<i>Gyraulus sp.</i>	5	0	5
<i>N.D.6</i>	27	11	38
Total general	5826	4641	10467

Fuente: El Autor

4.4.3 PRESENCIA AUSENCIA DE MACROINVERTEBRADOS EN FUNCION A LA EPOCA DE MUESTREO

El cuadro N.4.14 indica que según la época de muestreo existe una similitud en la presencia, ausencia de las especies de un 96%, existiendo una mínima diferencia del 4 %. El mayor registro de especies fue para época lluviosa, debido a que aumenta el caudal del río, aumentando el oxígeno, mejorando la calidad del agua y cuando el agua es de mayor calidad hay más diversidad de especies.

Cuadro N.4.14 Presencia ausencia de macroinvertebrados en función a la época de muestreo

FAMILIA	GENERO	Seca	Lluviosa
Chironomidae	<i>N.D.1</i>	X	X
	<i>Chelifera sp.</i>	X	X
Empididae	<i>Hemerodromia sp.</i>	X	
Ceratopogonidae	<i>Stilobezzia sp.</i>	X	X
Culicidae	<i>Culex sp.</i>	X	
	<i>Rhapium sp</i>	X	X
Dolichopodidae	<i>Aphrosylus sp.</i>	X	
Simuliidae	<i>Simullium sp.</i>	X	X
	<i>Tabanus sp.</i>	X	X
Tabanidae	<i>Crysops sp.</i>	X	X
	<i>Tipula sp.</i>	X	X
Tipulidae	<i>Molophilus sp.</i>		X

Muscidae	<i>Limnophora sp.</i>	x	
Hydropsychidae	<i>Leptonema sp</i>	x	x
Hydroptilidae	<i>Ochrotrichia sp</i>	x	x
Hydroptilidae	<i>Hydroptila sp.</i>	x	x
Gripopterygidae	<i>Claudioperla sp.</i>		x
	<i>Cylloepus sp</i>	x	x
Elmidae	<i>Macrelmis sp</i>	x	x
Psephenidae	<i>Psephenops sp.</i>		x
Dytiscidae	<i>Thermonetus sp.</i>		x
Scyrtidae	<i>Elodes sp.</i>		x
Baetidae	<i>Baetis sp.</i>	x	x
Aeshnidae	<i>Aeshna sp.</i>		x
Corixidae	<i>Centrocorisa sp.</i>		x
Veliidae	<i>Microvelia sp.</i>	x	x
Piralidae	<i>Petrophila sp.</i>	x	
Hyalellidae	<i>Hialella sp.</i>	x	x
Hydrachnidae	N.D.2	x	x
Limnocharidae	N.D.3	x	x
Anelidae	N.D.4	x	x
Glossiphoniidae	N.D.5	x	x
Planaridae	<i>Dugesia c.f</i>	x	x
Lymnaeidae	<i>Lymnae sp.</i>	x	x
Planorbidae	<i>Gyraulus sp.</i>	x	
Unionidae	N.D.6	x	x

Fuente: El Autor

4.4.4 MACROINVERTEBRADOS PRESENTES EN EL TRAMO DE ESTUDIO DEL RIO EL ANGEL

- ✓ Se registraron el orden PLECOPTERA, la familia Gripopterygidae con el género *Claudioperla sp.* (Anexo C Fig. N.1)
- ✓ Del orden COLEOPTERA, se encontró las familias Elmidae, Psephenidae, Dytiscidae y la Scyrtidae, donde se registró el género *Psephenops sp*, *Thermonetus sp*, *Elodes sp*, *Cylloepus sp.* y *Macrelmis sp.* (Anexo C Fig. N.2)
- ✓ De los ODONATOS se halló la familia Aeshnidae, con el género *Aeshna sp.* (Anexo C Fig. N.3)
- ✓ En el estudio se pudo registrar como dominante al orden DIPTERA, y se identificó familias como, Chironomidae, Ceratopogonidae, Culicidae,

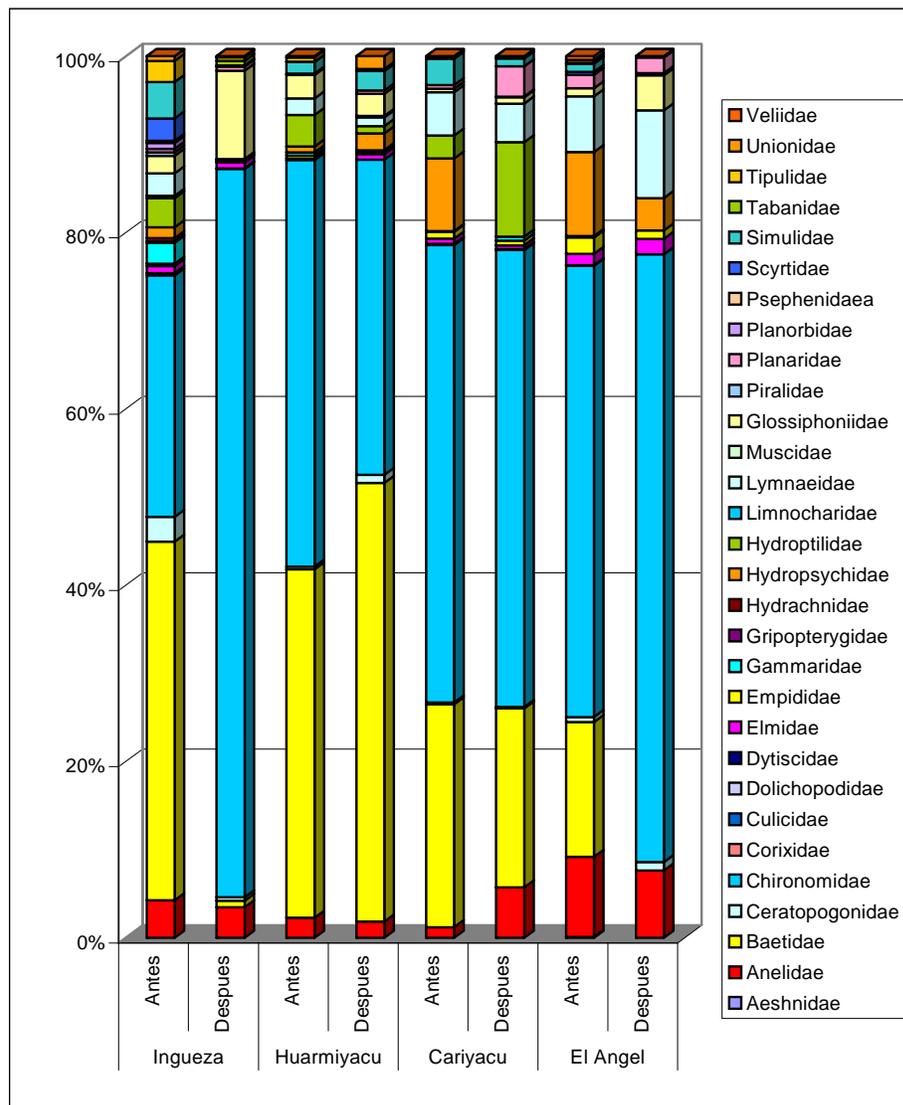
Dolichopodidae, Simuliidae, Tabanidae, Tipulidae, Empididae y la Muscidae. (Anexo C Fig. N.4)

- ✓ Dentro del orden de los TRICOPTEROS se encontró familias como Hydropsychidae, Hydroptilidae y los siguientes géneros *Leptonema sp*, *Ochrotrichia sp*, e *Hydroptila sp*. (Anexo C Fig. N.5)
- ✓ Dentro del orden EPHEMEROPTERA, se registro a la familia Betidae con el género *Beatis sp*. (Anexo C Fig. N.6)
- ✓ Dentro de los LEPIDOPTEROS, encontramos a la familia Piralidae con el género *Petrophila sp*.
- ✓ Dentro del orden de los AMPHIPODA, se pudo reconocer a la familia Hyalellidae con el género *Hyalella sp*. (Anexo C Fig. N.7)
- ✓ Del orden BASSOMATOMORPHORA, se encontró a las familias Lymnaeidae y Planorbidae con el género *Lymnae sp* y *Gyraulus sp*. (Anexo C Fig. N.8)
- ✓ Del orden PELESYPODA, se encontró la familia Unionidae, no se pudo identificar el género. (Anexo E Fig. N.9)
- ✓ En el orden HAPLOXIDAE se determinó la familia Anelidae y el género no a sido reconocido. (Anexo C Fig. N.10)
- ✓ Del orden HEMIPTERA, se registraron las familias Corixidae, Veeliidae y los géneros *Centrocorisa sp*. y el género *Microvelia sp*.
- ✓ Del orden GLOSSIPHONIIFORMES se llegó a reconocer hasta el nivel de familia con Glossiphoniidae. (Anexo C Fig. N.11)
- ✓ Del orden ACARI se registró a la familia Hydrachnidae y Lomnocharidae cuyos géneros no se a podido identificar. (Anexo C Fig. N.12)

4.4.5 FAMILIAS ENCONTRADAS EN EL TRAMO DE ESTUDIO

En el grafico N.4.4 se observan las familias encontradas para cada sitio de estudio, y se puede notar que las familias que tuvieron mayor representación en todo el tramo de estudio fueron las familias Chironomidae, Baetidae.

Grafico N.4. 4 Familias encontradas en el tramo de estudio



Fuente: El Autor

Se puede ver que existe una dominancia de la familia Chironomidae en todo el tramo de estudio existiendo mayor número de individuos en los sitios Ingeza Después y El Ángel Después, esto se da por que existe mayor contaminación de materia orgánica debido a la contaminación rutinaria de las poblaciones existentes en la zona de estudio. Se puede apreciar claramente que el sitio que presentó mayor registro de familias fue el sitio Ingeza Antes, debemos mencionar que es el sitio más alto del tramo de estudio y no existe agentes contaminación puntual.

4.4.6 FAMILIAS ENCONTRADAS COMO INDICADORAS DE CALIDAD DEL AGUA EN EL TRAMO DE ESTUDIO

En el tramo de estudio se encontró 27 familias (cuadro N.4.15) indicadoras de calidad del agua, según Roldán 1988, empleando el índice BMWP(A), el cual se basa en la sensibilidad y da valores de 1 a 10.

Cuadro N.4.15 Familias encontradas como indicadoras de calidad del agua en el tramo de estudio

Familia	Valor	Significado
Psephenidae	10	Aguas muy limpias Aguas no contaminadas
Hydrachnidae	10	
Gripopterygidae	10	
Limnochaeridae	10	
Aeshnidae	8	
Baetidae	8	
Corixidae	8	
Hydroptilidae	8	
Simuliidae	8	
Veliidae	8	
Elmidae	7	Evidencia efectos de contaminación
Hyalellidae	6	
Glossiphoniidae	6	
Scyrtidae	6	

Hydropsychidae	5	Aguas moderadamente contaminadas
Planaridae	5	
Ceratopogonidae	4	
Empididae	4	
Piridae	4	
Tabanidae	4	
Dytiscidae	3	Aguas muy contaminadas
Planorbidae	3	
Tipulidae	3	
Lymnaeidae	3	
Chironomidae	2	
Culicidae	2	
Anelidae	1	Se desconoce su sensibilidad
Dolichopodidae	?	
Muscidae	?	
Unionidae	?	

De: Zúñiga de Cardoso et al, 1997

4.4.7 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA UTILIZANDO EL INDICE BMWP(A) POR SITIO DE ESTUDIO

De acuerdo al Índice BMWP(A) el gráfico N.4.5 ilustra comparativamente los resultados obtenidos; el sitio que tuvo menor registro o mala calidad del agua fue en el sitio N.8 al cual se le denominó El Ángel Después con un Índice de 39,5 lo que se considera o tiene un significado de aguas contaminadas, cabe destacar que este sitio de muestreo es el más bajo en el tramo de estudio en el cual se registran los afluentes de los asentamientos humanos como el Caserío Inguenza y la Ciudad El Ángel donde se encuentran ubicadas industrias, plantaciones florícolas, haciendas, cultivos agrícolas y centros de salud como el Hospital El Ángel. Usan al río como lugar para botar basura y descargas directas de aguas residuales, urbanas, e industriales deficientemente tratadas junto con los productos derivados de las actividades agrícolas y ganaderas produciendo la contaminación del río.

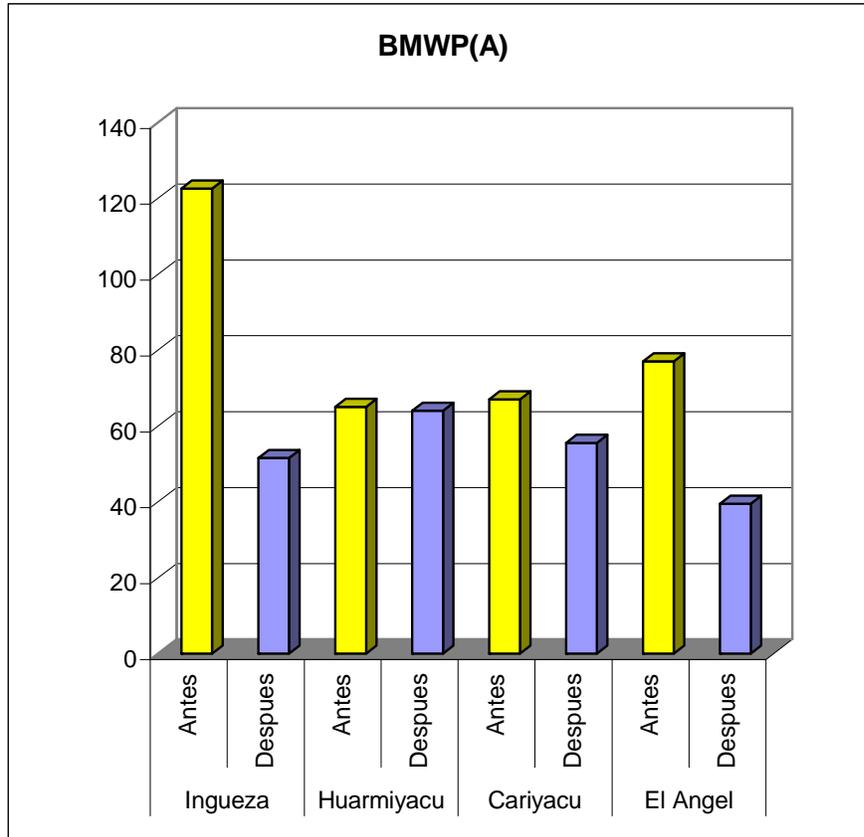
El grafico N.4.5 se puede apreciar que el sitio que tuvo mayor registro o buena calidad de agua fue el sitio N.1 al que le denominó Ingueza Antes con un Índice BMWP(A) de 122.5 al cual se le considera o tiene un significado de aguas muy limpias aguas no contaminadas poco alteradas, este sitio no es contaminado debido a que el sitio mas alto del tramo de estudio y existen pocos asentamientos humanos y no tiene afluentes que afecten la calidad del agua.

Los sitios Huarmiyacu antes, Huarmiyacu después, Cariyacu Antes y El Ángel Antes se encuentran en un Índice BMWP(A) entre 61 – 100, lo que significa evidencia de efectos de contaminación. Estos sitios no son muy afectados ya que no tienen agentes de contaminación puntual.

El sitio Cariyacu después presenta un Índice BMWP(A) = 55.5 lo que significa aguas contaminadas, destacando que esta cerca del rango de los tres sitios anteriores mencionados. Este índice se da por que el Río Cariyacu atraviesa en la parte alta por asentamientos humanos, lo cual utiliza a dicho río para botar basura, descargas de aguas residuales, urbanas, desechos de la agricultura y ganadería.

En general se obtiene una calificación BMWP(A) = 67 lo que tiene un significado de evidencia efectos de contaminación acuática para el tramo de estudio entre el caserío Ingueza y la ciudad El Ángel, destacando que en los sitios El Ángel Después e Ingueza Después hay un alto grado de contaminación. (Ver cuadro N.4.17)

**Grafico N.4. 5 Calidad biológica del agua utilizando el índice BMWP (A)
por sitio de estudio**



Fuente: El Autor

4.4.8 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA UTILIZANDO EL INDICE BMWP(A) Y EPT POR EPOCA DE MUESTREO

En el cuadro N.4.16 indica según el Índice BMWP(A), la diferencia fue mínima para las épocas de muestreo tanto para la seca como la lluviosa fue aproximadamente del 2%, siendo la época lluviosa la que presentó mejor calidad de agua con un Índice BMWP(A) de 68.25, y la época seca un Índice BMWP(A)

de 67.25 lo que da un significado para las dos épocas de evidencia efectos de contaminación acuática.

De acuerdo al índice EPT se registro los siguientes resultados, para la época seca un Índice EPT = 19% lo que da un significado de agua de calidad Mala y para la época lluviosa un Índice EPT = 45% lo que significa agua de calidad Regular.

En la época seca, cuando el caudal del río disminuye, en los sitios donde existe contaminación rutinaria el contenido de materia orgánica aumenta, y se produce un proceso de anoxia, desapareciendo las especies sensibles a la contaminación hasta desaparecer por completo en algunos casos, siendo la familia chironomidae la que mejor se adapta a estas condiciones o diríamos que les favorece estas condiciones.

Cuadro N.4.16 Calidad biológica del agua utilizando el índice BMWP(A) por época de muestreo

EPOCA SECA								
Familia	Ingueza		Huarmiyacu		Cariyacu		El Ángel	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Aeshnidae							8	
Anelidae	1	1	1	1	1	1	1	1
Baetidae	8	8		8	8	8	8	
Ceratopogonidae	4	4	4	4	4	4	4	4
Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2	2
Corixidae	8							
Culicidae							2	
Dolichopodidae								
Dytiscidae	3							
Elmidae	7		7	7	7	7	7	7
Empididae	4	4	4		4	4	4	4
Hyaellidae	6		6	6	6	6	6	6
Gripopterygidae								
Hydrachnidae	10							
Hydropsychidae	5		5	5	5	5	5	5

Hydroptilidae	8				8			
N.D.2	10							
Lymnaeidae	3	3	3	3	3	3	3	3
Muscidae								
N.D.1	6	6	6	6	6	6	6	6
Piralidae	4							
Planaridae	5	5	5	5	5	5		5
Planorbidae	3		3					
Psephenidaea								
Scyrtidae	6						6	
Simulidae	8	8	8	8	8	8	8	
Tabanidae		4	4	4				
Tipulidae	3	3	3	3	3		3	
Unionidae								
Veliidae							8	
BMWP (A)	114	48	61	62	70	59	81	43
BMWP (A) Promedio = 67,25								
EPOCA DE LLUVIA								
	Ingueza		Huarmiyacu		Cariyacu		El Ángel	
Familia	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Aeshnidae							8	
Anelidae	1	1	1	1	1	1	1	1
Baetidae	8	8	8	8	8	8		
Ceratopogonidae	4	4	4	4	4	4	4	4
Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2	2
Corixidae	8							
Culicidae							2	
Dolichopodidae								
Dytiscidae	3							
Elmidae	7	7	7	7	7		7	
Empididae	4	4	4	4	4	4	4	4
Hyaelliade	6		6	6		6	6	6
Gripopterygidae	10							
Hydrachnidae	10							
Hydropsychidae	5		5	5	5	5	5	5
Hydroptilidae	8				8			
N.D.2	10							
Lymnaeidae	3	3	3	3	3	3	3	3
Muscidae								
N.D.1	6	6	6	6	6	6	6	6
Piralidae	4							
Planaridae	5	5	5	5	5	5		5
Planorbidae	3		3					
Psephenidaea	10							
Scyrtidae	6						6	
Simulidae	8	8	8	8	8	8	8	
Tabanidae		4	4	4				
Tipulidae		3	3	3	3		3	
Unionidae								
Veliidae							8	
BMWP (A)	131	55	69	66	64	52	73	36
BMWP (A) Promedio = 68,25								

Fuente: El Autor

El cuadro N.4.17 presenta un resumen general de la calidad del agua del tramo de estudio, según el Índice Biological Monitoring Working Party de Antioquia (BMWPA)

Cuadro N.4.17 Resumen general de la calidad biológica del tramo de estudio

	Ingueza		Huarmiyacu		Cariyacu		El Ángel	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Época seca	114	48	61	62	70	59	81	43
Época de Lluvia	131	55	69	66	64	52	73	36
BMWP Promedio	122,5	51,5	65	64	67	55,5	77	39,5
Calidad	MUY BUENA	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR	BUENA	REGULAR
BMWP Promedio = 67 BUENA								

Fuente: El Autor

4.4.9 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA UTILIZANDO EL INDICE ETP POR SITIO DE ESTUDIO

El Índice EPT que registraron las poblaciones de macroinvertebrados fue muy similar al Índice BMWP(A) existiendo una mínima diferencia entre el sitio Ingueza Antes y sitio Huarmiyacu Después presentando una ETP de 46 y 52 % lo que significa agua de calidad regular y agua de calidad buena, siendo los sitios Ingueza Después y El Ángel Después los que registraron el agua de mas baja calidad.

El cuadro N.4.18 se aprecia las puntuaciones del ETP en porcentaje y su respectivo significado de calidad del agua, para los sitios de estudio.

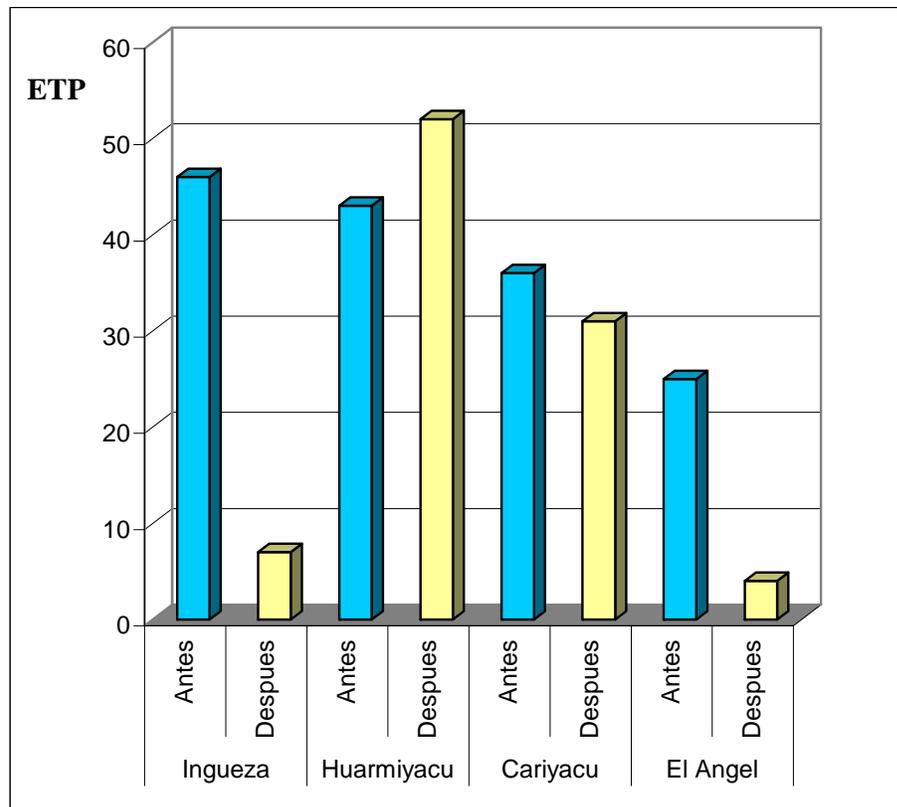
Cuadro N.4.18 Calidad biológica del agua utilizando el índice ETP por sitio de Estudio

SITIOS	ETP EN %	Calidad del Agua
Ingueza Antes	46	Regular
Ingueza Después	7	Mala
Huarmiyacu Antes	43	Regular
Huarmiyacu Después	52	Buena
Cariyacu Antes	36	Regular
Cariyacu Después	31	Regular
El Ángel Antes	25	Regular
El Ángel Después	4	Mala
TOTAL PROMEDIO	31	Regular

Fuente: El Autor

En general tenemos un Promedio ETP de 31 para el tramo de estudio entre el caserío Ingueza y La ciudad El Ángel lo que significa un agua de calidad regular.

Grafico N.4.6 Calidad Biológica del Agua Utilizando el Índice ETP por Sitio de Estudio



Fuente: El Autor

En la grafica N.4.7 representa comparativamente los resultados obtenidos para cada sitio según el índice EPT.

4.4.10 CALIDAD BIOLÓGICA DEL AGUA EN RELACIÓN A LOS SITIOS ANTES VS. DESPUÉS

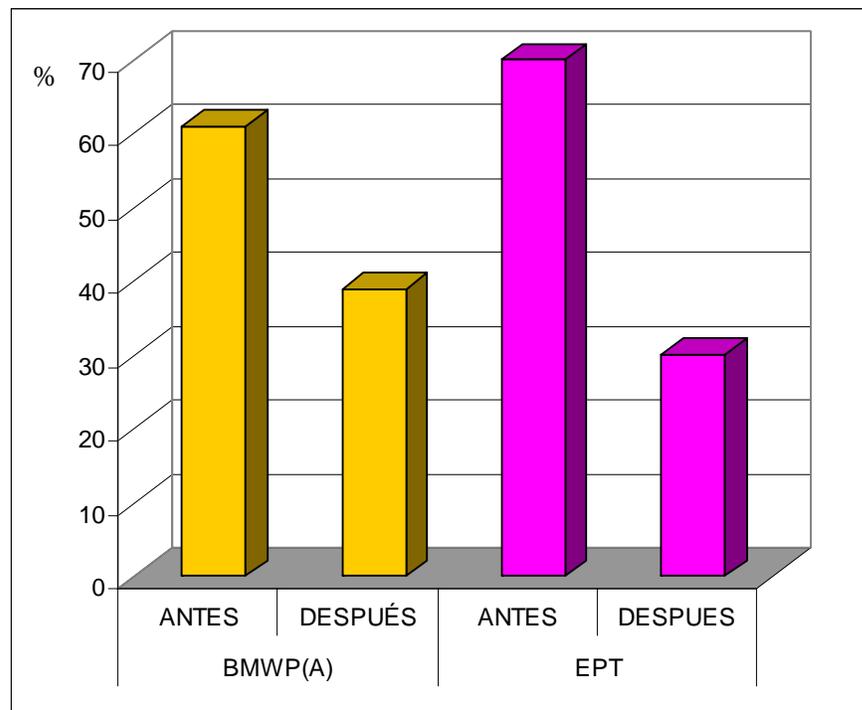
Como se puede observar en el grafico N.5.7 el mayor porcentaje fue para los sitios Antes con un valor de 61% dando un Índice BMWP(A) = 83 lo que da un

significado de evidencias efectos de contaminación acuática, los sitios después presentaron un valor de 39% con un Índice $BMWP(A) = 52.5$ lo que da un significado de aguas contaminadas. Haciendo uso del Índice EPT se obtuvo 70% para los sitios Antes con un $EPT = 45$ lo que significa agua de calidad Regular y 30% para los sitios Después con un $EPT = 19$ lo significa agua de calidad Mala.

Los sitios Antes presentan mejor calidad acuática debido a que se encuentran antes de la contaminación rutinaria producidos por las poblaciones ubicadas en el tramo de estudio.

Grafico N.4.7 Calidad biológica del agua en relación a los sitios Antes vs.

Después

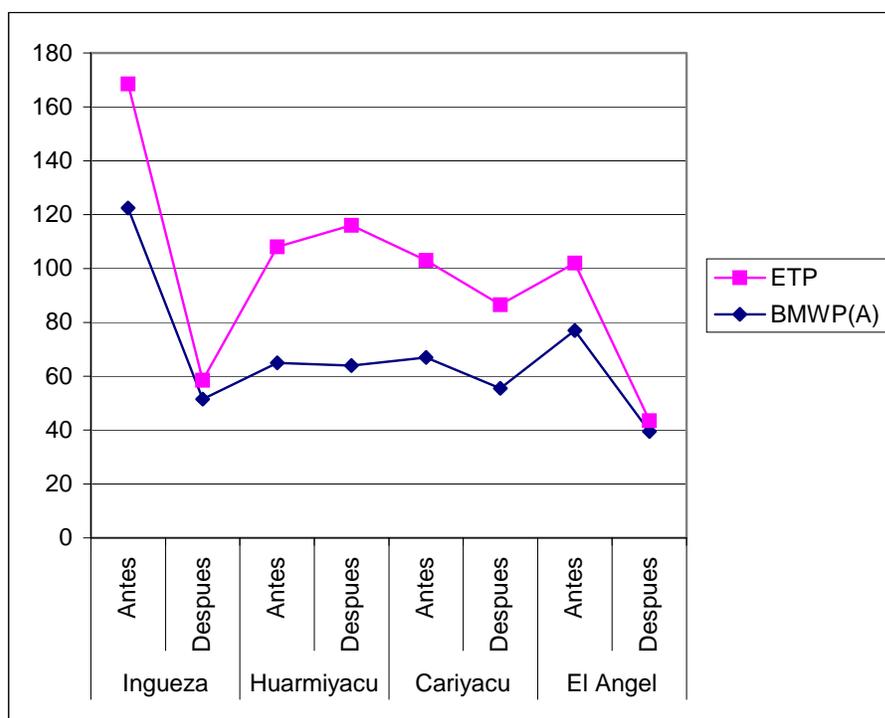


Fuente: El Autor

4.4.11 COMPARACIÓN ENTRE EL ÍNDICE BMWP(A) Y ETP

Como se observa en el gráfico N.4.8 se evidencia una significativa interrelación entre los índices tomados para el estudio, existiendo una clara diferencia entre los sitios Antes vs. Después, siendo los sitios Ingeuza Después y El Ángel Después los que presentaron el agua de menor calidad para los dos Índices biológicos.

Gráfico N.4.8 Comparación entre el índice BMWP(A) Y ETP



Fuente: El Autor

4.4.12 DIVERSIDAD DE ESPECIES POR SITIO DE ESTUDIO

Haciendo uso del Índice de Diversidad de Shannon la mayor diversidad se registro para el sitio N.1 que se lo denomino Ingueza Antes y la diversidad más baja se registro para el sitio Ingueza después (cuadro N.4.19). Por lo parece tener relación la diversidad de especimenes con la calidad del agua según el Índice BMWP(A) ya que el sitio Ingueza Antes presenta la mejor calidad del agua y la mayor diversidad de especimenes.

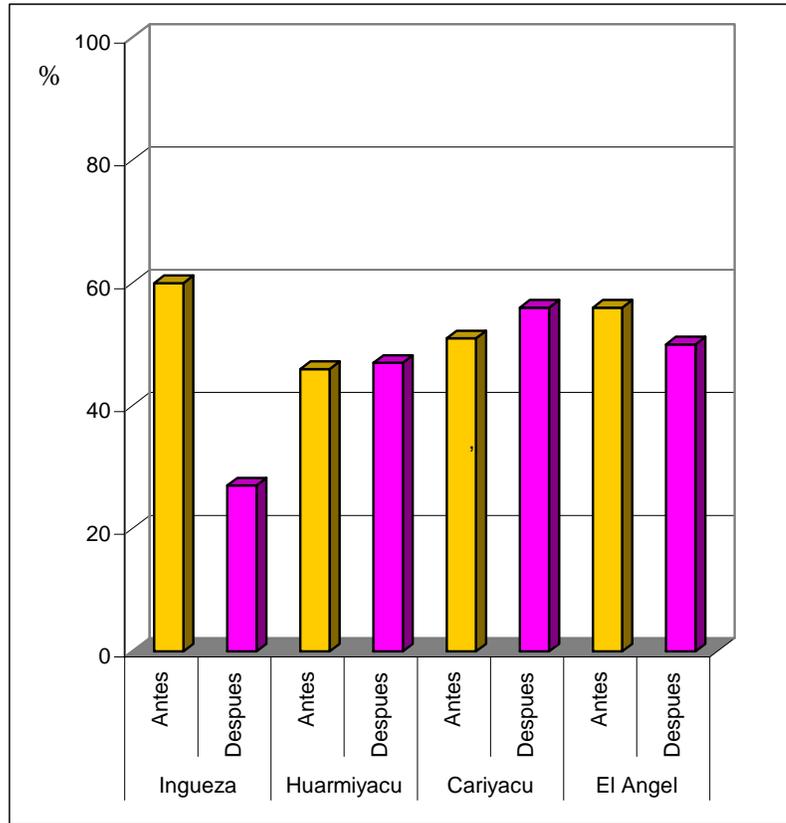
Cuadro N.4.19 Diversidad de Shannon

	Ingueza		Huarmiyacu		Cariyacu		El Ángel	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
H'	1,97	0,72	1,31	1,34	1,45	1,51	1,65	1,19
E %	60	27	46	47	51	56	56	50

Fuente: El Autor

En el siguiente gráfico N5.9 podemos apreciar comparativamente la diversidad de especies por cada sitio estudiado de acuerdo al índice de Shannon.

Grafico N.4.9 Diversidad de especies por sitio de estudio



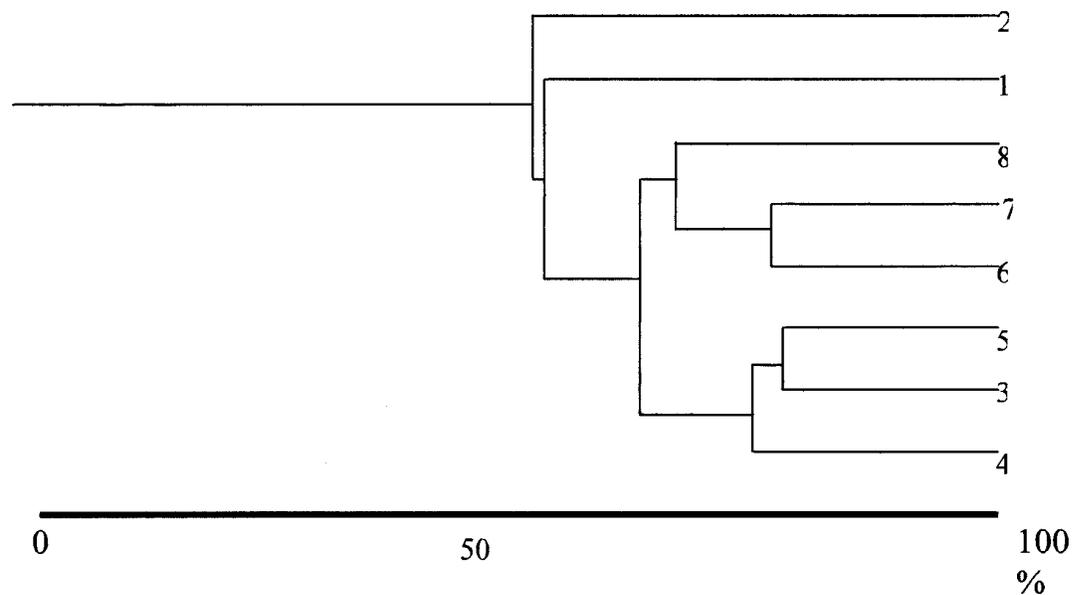
Fuente: El Autor

4.4.13 SIMILARIDAD ENTRE SITIOS DE ESTUDIO

El dendograma N.1 indica que los sitios que presentaron mayor similaridad fueron los sitios 3,4,5,6,7 con un rango de similaridad entre 79,8 y 81.4%, estos sitios presentan mayor similaridad debido a que la ribera del río presenta características homogéneas, y los sitios que presentaron una similaridad diferente fueron el sitio 8 con 74.4% este sitio presenta esta similitud debido a que esta ubicado después de la ciudad de El Ángel y existe agentes contaminantes, luego

tiene al sitio 1 que presenta una similitud de 61.9% presenta esta similitud debido que es el primer sitio y no tiene agentes contaminantes y el mas diferente de todos los sitios fue el sitio 2 esto se debe a que se ubica después del caserío Ingueza y tiene agentes de contaminación puntual provenientes de las florícolas, Industria lechera y de los desechos de la población de Ingueza.

Dendograma N.1 Medidas de similitud Sorenson



Fuente: El Autor

4.5. PROPUESTA DE MONITOREO BIOLÓGICO PARTICIPATIVO

4.5.1 EL AGUA

El agua es una de las sustancias más difundidas y abundantes en el planeta Tierra. Es parte integrante de la mayoría de los seres vivientes, tanto animales como vegetales, y está presente en cantidad de minerales.

Correctamente se denomina al agua "el solvente universal" y es un raro caso de sustancia que está presente en nuestro entorno, en los tres estados físicos: gas, líquido y sólido.

En los últimos tiempos ya se está percibiendo los efectos de escasez o falta del recurso tanto para riego como para consumo humano, además de que existen graves problemas de contaminación, lo que ha provocado cambios en las condiciones ambientales normales, la pérdida de la cobertura vegetal y la desaparición de especies animales.

El agua que transporta el Río el Ángel es de vital importancia para las poblaciones beneficiadas, pero actualmente enfrenta problemas de disminución de sus caudales y principalmente la contaminación de sus aguas.

4.5.2 MONITOREO BIOLÓGICO

El monitoreo de un río consiste en determinar los cambios ocurridos en el agua, los animales y la tierra que les rodea, a través de observaciones o estudios. Así, podemos descubrir si el río está contaminado y sugerir medidas correctivas para la recuperación de sus aguas.

4.5.3 OBJETIVO

Permitir que los moradores /as puedan evaluar el estado de sus ríos o vertientes y tomen medidas correctoras preventivas en el uso del agua, en beneficio de la salud humana.

4.5.4 BENEFICIARIOS

Los beneficiarios del monitoreo biológico participativo serán todos los habitantes que se encuentran dentro de la cuenca del Río El Ángel, principalmente los que se encuentran ubicados en dentro del tramo de estudio.

Los estudiantes que conforman la brigada de Educación Ambiental del año académico 2004 - 2005 del Cantón Espejo, el encargado de la Unidad Ambiental del Ilustre Municipio de Espejo (IME), personal de la Reserva Ecológica El Ángel y Fernando Cadena proveedor de apoyo técnico se realizó la siguiente propuesta de monitoreo.

PROPUESTA DE MONITOREO BIOLÓGICO PARTICIPATIVO

ACTIVIDADES	MATERIALES	METODOS	RESPONSABLES
<p>1. Capacitar a los estudiantes de la Brigada de Educación Ambiental del año lectivo 2005 - 2006 en el uso de macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bibliografía • Videos • Láminas 	<ul style="list-style-type: none"> • Charlas • Salidas de campo 	<ul style="list-style-type: none"> • Unidad Ambiental del Municipio de Espejo • Reserva Ecológica El Ángel
<p>2. Realizar un recorrido visual del tramo a evaluarse.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Carta topográfica • GPS • Brújula 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un recorrido en sentido contrario de la corriente 	<ul style="list-style-type: none"> • Unidad Ambiental del Municipio de Espejo. • Reserva Ecológica El Ángel.
<p>3. Colectar muestras mensuales en todo el año académico de macroinvertebr</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Red Surber • Alcohol • Tarrinas • Jarra • Cernidor • Bandeja 	<ul style="list-style-type: none"> • La metodología será la de Surber 	<ul style="list-style-type: none"> • Unidad Ambiental del Municipio de Espejo. • Reserva Ecológica El Ángel. • Estudiantes de la

ados acuáticos en los sitios ya establecidos por la investigación que se viene realizando.	Blanca		Brigada de Educación Ambiental.
4. Realizar la limpieza y la identificación de los macroinvertebrados hasta el nivel de familia.	<ul style="list-style-type: none"> • Alcohol • Jarra • Cernidor • Bandeja Blanca • estereoscopio • Clave • Pinzas 	<ul style="list-style-type: none"> • Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia (G. Roldan) 	<ul style="list-style-type: none"> • Unidad Ambiental del Municipio de Espejo. • Reserva Ecológica El Ángel. • Estudiantes de la Brigada de Educación Ambiental.
5. Evaluar la calidad del agua del tramo donde se encuentran los sitios de estudio.	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de macro invertebrados encontrados 	<ul style="list-style-type: none"> • Indices biological Monitoring Working Party de Antioquia (BMWPA) 	<ul style="list-style-type: none"> • Unidad Ambiental del Municipio de Espejo. • Reserva Ecológica El Ángel. • Estudiantes de la Brigada de Educación Ambiental.

Todo el proceso de monitoreo estará dirigido y ejecutado por la Unidad Ambiental del (IME), la Reserva Ecológica del Ángel quienes son los que están al frente de los estudiantes de la brigada de Educación Ambiental del Cantón Espejo.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

y

RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. Al realizar la evaluación biológica, a medida que el río avanza en su recorrido, el deterioro del ecosistema se hace más evidente como consecuencia de los desagües de origen agropecuario y domésticos, provenientes de los asentamientos humanos asociados a la cuenca.
2. En un contexto general se puede considerar el agua del tramo del río El Ángel entre el caserío Ingueza y la ciudad El Ángel de mala calidad para uso humano, ganadero, riego de cultivos agrícolas comestibles, pero se puede considerar de buena calidad para riego de las plantas forestales por su alto de contenido de materia orgánica.
3. De acuerdo con este estudio de calidad biológica del agua se aporta a las entidades, encargadas del manejo de recursos hídricos de la Cuenca del Río El Ángel, valiosa información para consolidar planes de manejo y acciones de conservación.
4. El sitio que registro mayor calidad biológica de acuerdo al Índice Biological Monitoring Working Party de Antioquia fue Ingueza Antes con un $BMWP(A) = 122.5$.
5. Según el Índice EPT existió una mínima diferencia en la calidad del agua entre el sitio Huarmiyacu Antes y el Ángel Después, dando el sitio de

mayor calidad del agua al sitio Huarmiyacu Antes con un EPT = 52 y el Sitio Ingueza Antes con un EPT = 46

6. La mejor calidad de agua fue en los sitios antes de la contaminación rutinaria, existiendo un mayor número de especies e individuos indicadores de la buena calidad.
7. El orden DIPTERA fue el que más representativo con un número de nueve familias y catorce géneros.
8. En todo el tramo de estudio se pudo notar que las familias dominantes fueron la familia Chironomidae y la familia Baetidae.
9. Haciendo uso del índice de diversidad de shannon se pudo apreciar que la mayor diversidad se registró para el sitio N.1 que se denominó Ingueza Antes.
10. Los índices BMWP(A) y ETP coinciden en afirmar que los sitios Ingueza Después y El Ángel Después, son los sitios con peor calidad de agua.
11. La implantación de los métodos biológicos reduce el costo de vigilancia periódica, al poder controlar de rutina las cuencas hidrográficas, representa un ahorro económico y de personal muy alto si tratamos de identificar si un sitio esta siendo afectado por algún tipo de contaminación.

5.2 RECOMENDACIONES

1. El Municipio de Espejo a través del departamento del ambiente debe controlar las aguas de desecho que se vierten directamente de las florícolas, Industrias etc. para saber en que condiciones están esas aguas y tomar medidas correctoras en dicho caso.
2. Comprometer a las comunidades de la cuenca del Río El Ángel a proteger y conservar los recursos de la zona, para evitar la disminución, la perdida de caudales y la contaminación del agua.
3. Continuar con el monitoreo del tramo de estudio entre el caserío Ingueza y la ciudad El Ángel y a futuro implementar monitoreo en todo el Río el Ángel ya que esta información permitirá conocer de una forma más técnica y precisa si se esta mejorando o empeorando la calidad del agua del Río el Ángel
4. Se recomienda tener un registro de los macroinvertebrados que habitan en todo el tramo del Río el Ángel para realizar comparaciones, regionales, nacionales e Internacionales.
5. Realizar un programa de recuperación de este cuerpo hídrico

6. Implementar la evaluación biológica de la calidad del agua en el Municipio, Juntas de agua etc. para que hagan el control y vigilancia del recurso hídrico para cualquier uso que se le vaya a destinar.

CAPITULOVİ

RESUMEN

El presente estudio de investigación se fundamenta en Indicadores biológicos (Macroinvertebrados Acuáticos) para evaluar la calidad del agua en el tramo Caserío Ingueza y Ciudad El Ángel. Se realizaron muestreos en ocho sitios de estudio; Ingueza Antes (sitio 1), Ingueza Después (sitio 2), Huarmiyacu Antes (sitio 3), Huarmiyacu Después (sitio 4), Cariyacu Antes (sitio 5), Cariyacu Después (sitio 6), El Ángel Antes y El Ángel Después.

En el trabajo se utilizó la técnica de muestreo que se denomina Red Surber para la captura de los Macroinvertebrados Acuáticos, la recolección e identificación de las muestras de macroinvertebrados tuvo una duración de seis meses iniciando desde agosto del 2004, en época seca y lluviosa.

En los resultados biológicos se registró 10467 individuos, correspondientes a 36 Géneros, 30 Familias, 15 Órdenes, 8 Clases y 4 Phylum. Habiéndose encontrado el menor registro de géneros en el sitio El Ángel Después presentando un Índice BMWP(A) = 39.5 dando un significado de agua contaminada y el sitio con mayor número de géneros fue en el sitio Ingueza Antes con un Índice BMWP (A) = 122.5 que significa aguas muy limpias no contaminadas poco alteradas. En general para el tramo de estudio según el Índice BMWP(A) = 67 que significa aguas de calidad buena.

De acuerdo al Índice Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (ETP) los resultados fueron similares, siendo los sitios más afectados por la contaminación

rutinaria los sitios El Ángel Después e Ingeza después, destacando según este índice el sitio que tiene mayor calidad del agua es el sitio Huarmiyacu Después.

Aplicando el índice de diversidad Shanon la mayor diversidad fue para el sitio Ingeza antes, dicho sitio tubo la mejor calidad del agua y menor número de individuos. Debemos mencionar que este sitio se encuentra en la parte más alta del tramo de la investigación y no existe agentes contaminación puntual.

En conclusión los estudios sobre la composición, estructura y distribución de las comunidades acuáticas han adquirido, si cabe, mayor importancia, no solo porque sirven de base para diseñar sistemas de vigilancia de las aguas, si no también porque, son un soporte científico en la valoración ecológica de los recursos hídricos de una determinada zona.

CAPITULOVII

SUMMARY

The present investigation study is based in biological Indicators (Aquatic Macroinvertebrados) to evaluate the quality of the water in the tract Village Ingueza and City the Ángel. They were carried out samplings in eight study places; Ingueza Before (I siege 1), Ingueza Later (I siege 2), Huarmiyacu Before (I siege 3), Huarmiyacu Later (I siege 4), Cariyacu Before (I siege 5), Cariyacu Later (I siege 6), The Ángel Before and The Ángel Later.

In the work you use the sampling technique that is denominated Net Surber for the capture of the Aquatic Macroinvertebrados, the gathering and identification of the samples of macroinvertebrados tube a duration of six months beginning from August of the 2004, in dry and rainy time.

In the biological results you registration 10467 individuals, corresponding to 36 Goods, 30 Families, 15 Orders, 8 Classes and 4 Phylum. There being you opposing the smallest registration of goods in the place The Ángel Later presenting an Index $BMWP(A) = 39.5$ giving a contaminated meaning of water and the place with adult numbers of goods it was Before in the place Ingueza with an Index $BMWP(A) = 122.5$ that it not means very clean waters polluted little altered. In general for the study tract according to the Index $BMWP(A) = 67$ that it means waters of good quality.

According to the Index Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (ETP) the results were similar, being the places but affected by the routine contamination the

places The Ángel Later and Ingueza later, highlighting according to this index the place that has bigger quality of the water is Later the place Huarmiyacu.

Applying the index of diversity Shanon the biggest diversity was before for the place Ingueza, this place tubes the best quality in the water and smaller number of individuals. We should mention that this place is in the highest part in the tract of the investigation and it doesn't exist agents punctual contamination.

In conclusion the studies on the composition, it structures and distribution of the aquatic communities has acquired, if it fits, bigger importance, not alone because they serve as base to design systems of surveillance of the waters, if not also because, they are a scientific support in the ecological valuation of the resources aquatic of a certain area.

CAPITULO VIII
GLOSARIO DE TERMINOS

Algas: variedad de organismos fotosintéticos.

Antenas: cada uno de los filamentos que tienen en la cabeza muchos animales.

Cauce: lugar por donde corren los ríos y esteros

Concentración de contaminantes: cantidad de contaminantes en la unidad de volumen del medio o de efluente, en condiciones normales.

Contaminación: Alteración, daño de la pureza de una sustancia o el estado de alguna cosa.

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

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

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

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

Ecología acuática: estudio de los organismos que viven en las quebradas ríos y de los organismos que viven en ellas; las relaciones entre los organismos y su medio ambiente.

Ecosistema: sistema ecológico caracterizado por un cierto grupo e sus organismos y sus interrelaciones.

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

Equilibrio Biológico: estado en que se encuentra la naturaleza, manteniendo el control, el número de individuos excesivos de una especie con respecto a otras.

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

Gusano: nombre común que se les da a las larvas de algunos dípteros.

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

Ninfa: etapa inmadura de los insectos que pasan por una metamorfosis incompleta.

Segmentos: porción o parte cortada de una cosa. Cada una de las partes que forma el cuerpo de insectos y lombrices de tierra.

Sustrato: fondo de un río o una quebrada y que puede ser de arcilla, piedras, rocas, arena, etc.

Taxón: cualquier unidad en la clasificación de los organismos vivos (familia, especie).

Tratamiento de aguas: conjunto de técnicas y procedimientos que permiten modificar sus condiciones físico-químicas y biológicas.

CAPITULO IX
BIBLIOGRAFÍA

- ALBA-TERCEDOR, J 1996. Macroinvertebrados acuáticos y Calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del Agua en Andalucía (SIAGA), España.
- ALBA –TERCEDOR, JIMÉNEZ M. 1987. Un Método Simple para Evaluar la calidad Biológica de las Aguas corrientes basado en el Hellawell (1978) Limnetica.
- Alba-Tercedor, Sánchez-Ortega 1988. Spanish experience in the use of macroinvertebrates as biological pollution. Universidad del Valle, departamento de procesos Químicos y Biológicos. Cali Colombia.
- ARRIVALLAGA Y ARREDONDO 1987, Una revision sobre el potencial de las macrofitas acuaticas en la acuacultura, Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, 2003 Disponible. WWW.euskady.net/vima-aguas/calidad.biológica.
- BARETTA-BEKKER,1992 Enciclopedia of marine Sciences Springer Berlin
- BARRERA A 2000 Tratamiento de aguas residuales Cuenca Ecuador
- BIO-DAP. Ecological Diversity and Its Measurement (statistics from the text of the same name (Anne Magurran, 1988)). Programmer: Cordon Thomas. Scientific Authority: Douglas Clay. Fundy National Park Alma CANADA.
- Biblioteca de Consulta Microsoft® Encarta® 2003. © 1993-2002 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
- BURBANO, F. 1993. Manual de Hidrología UTN FICAYA.
- CARRERA, C Y FIERRO, K.2001 Manual de Monitoreo. Loa macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. EcoCiencia. Quito.

- CAÑADAS, L 1983. El Mapa Bioclimatico y Ecológico del Ecuador. Quito Ecuador.
- CEPIS, 2004. Centro Panamericano de ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales. [http:// WWW.cepis.ops-oms.org](http://WWW.cepis.ops-oms.org).
- CHARÁ, J 1999 Plan de Manejo de la Cuenca del Imbakucha. Componente de Manejo de Recursos Naturales CEPCU – PNUD – INSTRUCT-PRODEPINE.
- CUBILLOS, A 1995 Calidad de las Aguas Serie de Polución, Serie Ambiente y Recursos Naturales SIDIAT Mérida, Venezuela.
- DA ROS 1995, La contaminación del agua en el Ecuador una aproximación económica Instituto d Investigaciones Económicas, Ediciones Abya-Ayala Quito, Ecuador PUCE.
- DE LANGE, E 1994. Manual para el Análisis Simple de la Calidad del Agua. IWT Productions Ámsterdam.
- EPA, 1993 Hanobook, Urban runoff pollution, Prevention and Control Planning, Ohio USA
- ENCICLOPEDIA OCÉANO DE LA ECOLOGÍA, 1996 Madrid España Editorial Océano.
- G. ROLDAN, F. VELÁSQUEZ, T. MACHADO.1981 Ecología la Ciencia del Ambiente. Editorial NORMA.
- GHETTY, P.F. & BONAZZI, G. (1981) Macroinvertebrati nella, sor Veglianza Ecologica Deicorsi d’acqua. Colloma del Progetto Finalizzato.
- GUTIÉRREZ, J 1996 Generalidades sobre la Reutilización de Aguas Residuales Domesticas, Centro Nacional de Hidrología y Calidad de aguas. (CENHICA) INRH. Ciudad la Habana Cuba.

- H.R. FERNÁNDEZ, E. DOMÍNGUEZ 2001 Guía para la Determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos. Universidad Nacional de Tucumán Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M Lillo.
- HELLAWELL, J (1978) Biological Indicators of Fresh Water pollution and Envirometal Managemennt. Lomdon & New York.
- LAIDLAW, K.L. 1996. Adopte una Quebrada. Instituto de Ecología, Universidad de Georgia, Athens, GA 30602. Laidlaw.Tina@epamail.epa.gov.
- M. del CARMEN ZÚÑIGA de CARDOSO. Departamento de Procesos Químicos y Biológicos. [E-mail macardos@mafalda.univalle.edu.co](mailto:macardos@mafalda.univalle.edu.co)
- MACHADO A 2001 Revista de la Conserjería Política Territorial y Medio Ambiente. Restauración Ecológica.
- P. de la TORRE. Generación de información georeferenciada para el desarrollo Sustentable del Sector Agropecuario. Quito, Ecuador.
- PRAT, N. (1998). Bioindicadores de Calidad de Aguas. En; Memorias del Curso bioindicadores de Calidad de Aguas, Universidad Antioquia Medellín.
- ROLDAN, G. 1988 Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Colciencias, Universidad de Antioquia, Bogota Colombia.
- ROLDAN G. 1992 Fundamentos de limnología Neotropical Universidad Antioquia Bogota Colombia.
- SARMIENTO, 2001 Diccionario de Ecología Ediciones Abya-Yala Quito Ecuador
- SUSAN V. POATS, JENNY VALENCIA E IVETTE VALLEJO 1998. Programa de Sociedades Andinas y Desarrollo Sustentable. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. DESU/FLACSO - Quito, Ecuador.

- ZÚÑIGA DE CARDOSO, M. del C. (1997). Bioecological aspects of Ephemeroptera in the Southwest of Colombia.

ANEXOS