

María Virginia Pinzón

Docente
Institución Universitaria Tecnológica de
Comfacauca
email: mpinzon@unicomfacauca.edu.co
Sede Popayán - Cauca

Augusto Prado España

Director Tecnología Agroambiental
Institución Universitaria Tecnológica de
Comfacauca
email: aprado@unicomfacauca.edu.co
Sede Popayán - Cauca

Dixón Aranda

Estudiante Tecnología Agroambiental
Institución Universitaria Tecnológica de
Comfacauca

Merley Samboní

Estudiante Tecnología Agroambiental
Institución Universitaria Tecnológica de
Comfacauca

Jessica Estrada

Estudiante Tecnología Agroambiental
Institución Universitaria Tecnológica de
Comfacauca

Xiomara Solarte

Estudiante Tecnología Agroambiental
Institución Universitaria Tecnológica de
Comfacauca

Danelly León

Estudiante Tecnología Agroambiental
Institución Universitaria Tecnológica de
Comfacauca

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, es evidente la existencia de una problemática ambiental, la cual se convierte cada vez más en uno de los grandes conflictos que enfrenta el municipio de Popayán. Dicha problemática se expresa en situaciones de orden global como son el deterioro de la capa de ozono, el calentamiento global, la lluvia ácida y la contaminación por accidentes nucleares. En situaciones de orden nacional se presenta la deforestación, la pérdida de biodiversidad, el alto grado de congestión y contaminación de la ciudad, el manejo inadecuado de ecosistemas estratégicos,

Caracterización Físico-Química y Nivel de Contaminación Hídrica en la Parte Alta y Baja de la Microcuenca del Río Ejido.

Resumen: El objetivo del trabajo es identificar las características físicas y químicas, al igual que el nivel de contaminación hídrica del río Ejido en la parte alta y baja durante su recorrido por Popayán. Para ello se realizó un muestreo en la parte alta y baja de la microcuenca, con el fin de obtener algunos datos tales como: concentración de oxígeno disuelto, dióxido de carbono, conductividad y pH, buscando así determinar el nivel de contaminación hídrica y la calidad del agua. Los datos fueron colectados in situ y analizados en laboratorio. El resultado obtenido en la parte alta fue favorable, ya que indica un leve nivel de contaminación hídrica, pero los resultados en la parte baja determinan un alto nivel de contaminación. Es importante mencionar que el río Ejido nace de la unión de la quebrada Molanga y la quebrada Tinajas, ubicadas en el barrio Abelino Ull, a una altura de 1750 msnm. La longitud del cauce principal es de 10.2 km en sentido nororiente, desde su nacimiento hasta su desembocadura en el barrio María Occidente al suroccidente de la ciudad.

Palabras clave: contaminación hídrica, caracterización físico-química, calidad del agua, río Ejido.

la ocupación de zonas de riesgo y el agotamiento de las corrientes de agua, en particular las que son aprovechadas para el uso humano.

Esta situación ambiental requiere de investigación, la cual proporcione nuevos estudios reflejados en la realidad y que permitan plantear soluciones inmediatas a esta problemática.

De igual manera, se pueden analizar problemas en el plano local o municipal, situaciones que alcanzan diferente nivel y las cuales tienen un entorno definido por aspectos como: el alcance de la problemática

ambiental causada por un proyecto vial, el manejo de residuos sólidos y líquidos en el municipio o la deforestación de una microcuenca en la vertiente hidrográfica .

Este proyecto se realiza entonces con el fin de contribuir a la micro cuenca del río Ejido y sus efectos a ecosistemas aledaños, investigando consecuencias o beneficios a poblaciones cercanas a dicha cuenca, determinando los impactos físico-químicos en la utilización de este medio como riego para la agricultura, consumo humano, aseo, recreación u otros fines.

De esta forma, se contribuye a las reservas hidrográficas del departamento del Cauca, principalmente la cuenca hidrográfica del río Ejido, tanto en su parte alta como baja, ya que es un recurso natural dentro del ecosistema urbano.

Objetivos

General

Caracterizar los elementos físico-químicos y el nivel de contaminación del río Ejido, en la parte alta y baja de la microcuenca, frente a su recorrido por la ciudad de Popayán.

Específicos

Determinar el nivel de contaminación hídrica a partir de los parámetros físico-químicos hídricos.

Proporcionar estrategias de recuperación para la microcuenca del río Ejido.

Concienciar a los habitantes de la comuna 5 y 9, del municipio de Popayán, sobre los riesgos para la salud humana frente al consumo de las aguas del río Ejido.

METODOLOGÍA

Materiales y métodos

A continuación, se presenta el tipo de investigación utilizado para establecer el entendimiento de una o más variables y poder descifrar qué pasa con este fenómeno.

Para iniciar, se realizó un estudio descriptivo, con el cual se conocieron las características físico-químicas del agua y el grado de contaminación que tiene la micro cuenca del río Ejido, en su parte alta y baja. Se indagó la incidencia de la contaminación y calidad físico química del ecosistema en estos puntos. Las variables tenidas en cuenta ante la posible contaminación del río fueron: la concentración de dióxido de carbono, la concentración de oxígeno disuelto, la conductividad y el pH, las cuales permitieron establecer el grado de contaminación hídrica del ecosistema.

La medición de estas variables se realizó con los siguientes equipos (disponibles en el laboratorio de la Institución Universitaria Tecnológica de Comfacauca – Unicomfacauca): el espectro fotómetro de alto rango y el pH-metro, logrando analizar cada muestra recolectada para obtener los resultados de demanda de oxígeno disuelto (DO), pH, presión, conductividad, turbidez, salinidad y porcentaje de saturación de oxígeno disuelto; todo esto a partir de muestras de agua en probetas de vidrio, de la parte baja de las quebradas Molanga y Tinajas, como también de la parte alta y baja del río Ejido, las cuales fueron llevadas al laboratorio.

Como también se utilizó el método de captura de datos in situ, muestras de agua fueron examinadas utilizando el Merck como equipo fundamental para obtener datos como: concentración de oxígeno disuelto, pH, nitratos, nitritos, amonio, fosfatos, dureza carbonácea, dureza mineral.

Cada una de las mediciones se consignó en una ficha realizada según operacionalización de variables, lo cual permitió trabajar bajo parámetros de validez y confiabilidad de los datos. Cada medición se anotó en una ficha por separado.

Área de trabajo

El Municipio de Popayán es la capital del departamento del Cauca, ubicado al suroccidente de Colombia. Esta ciudad fue fundada oficialmente por el capitán Sebastián de Belalcázar el día 13 de enero de 1537. Está localizada en el valle de Pubenza, entre las cordilleras Occidental y Central, a una latitud norte 2° 27' y 76,37' de longitud oeste del Meridiano de Greenwich.

Posee una altitud promedio de 1737 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una temperatura media de 18° a 19°C durante todo el año y una extensión territorial aproximada de 512 Km².

Popayán se asienta en dos zonas de vida denominadas bosque andino y subandino. Cuenta con la gran cuenca del río Cauca y las subcuencas de los ríos Piedras y Molino, que surten de agua al acueducto municipal, y de los ríos Ejido, Blanco, Pisojé y Negro. Este ecosistema, considerado como un reservorio estratégico, está conformado por 13 microcuencas, humedales, y manantiales. Su regulación hídrica tiene influencia sobre la única zona de páramo del municipio de Popayán.

Cartografía



Figura 1. República de Colombia

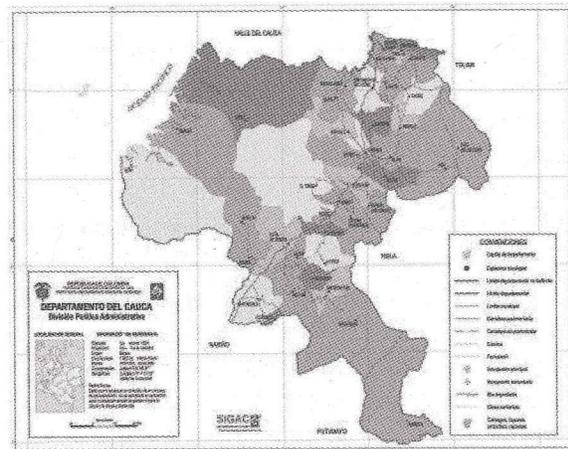


Figura 2. Departamento del Cauca

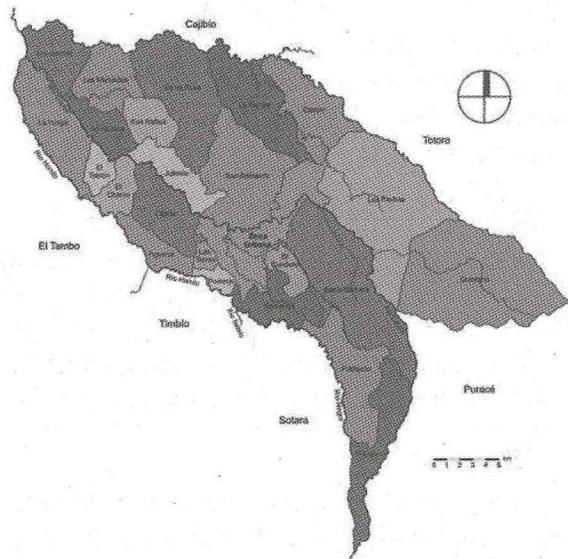


Figura 3. Municipio de Popayán



Figura 4. Zona de muestreo

DISCUSIÓN

Para iniciar, se realizó el estudio correspondiente a las muestras tomadas en la parte alta del río Ejido, donde las variables estudiadas fueron: pH, conductividad, concentración de oxígeno disuelto, concentración de dióxido de carbono, amonio, fosfatos, nitritos, nitratos, dureza y sólidos disueltos totales. Tomando como base el trabajo desarrollado en el texto Fundamentos Limnología Neo tropical [1].

Cabe mencionar, que las variables más relevantes para la evaluación de todo cuerpo de agua, con respecto a la diversificación de especies animales y vegetales, son el pH, la conductividad, el dióxido de carbono y la concentración de oxígeno disuelto.

El oxígeno disuelto es un gas importante, ya que es esencial para la respiración de la mayoría de los organismos. Sin embargo, para ciertos organismos anaeróbicos puede ser letal.

El dióxido de carbono es el segundo gas en importancia presente en el agua, se origina por la descomposición de la materia orgánica, por la respiración de los animales y por el agua lluvia, la cual arrastra consigo el CO₂ presente en la atmósfera, lo que aumenta la concentración de este gas en los cuerpos de agua naturales.

El pH en la mayoría de los ecosistemas acuáticos naturales tiene un valor que oscila entre 5,0 y 9,0, muy pocas especies pueden crecer a pHs inferiores a 2,0 o superiores a 10.

La conductividad mide la cantidad de iones presentes en el agua y por lo tanto se correlaciona con la salinidad; el pH también puede influir en la conductividad de la misma.

La conductividad de un cuerpo de agua es uno de los parámetros más importantes, porque a través de ella se puede conocer mucho sobre el metabolismo de un ecosistema acuático.

Tabla 1. Rangos óptimos de un ecosistema acuático (Gabriel Roldan, 1992).

Parámetro	Rango	Rango óptimo
O ₂	0,0-12 mg/l	8 mg/l
CO ₂	0,0-8 mg/l	0,5mg/l
pH	0,0-14 UNIDADES	8 UNIDADES
Conductividad	0,0-200 Mhmos	20 Mhmos

Asumiendo como base los parámetros anteriores compararemos los resultados del estudio en la siguiente tabla:

Tabla 2. Datos obtenidos (parte alta río Ejido)

Parámetro	Rango	Rango obtenido
O ₂	0,0-12 mg/l	7,2mg/l
CO ₂	0,0-8 mg/l	0 mg/l
pH	0,0-14 UNIDADES	7,8UNIDADES
Conductividad	0,0-200 Mhmos	29 Mhmos

Generalizando los datos de la parte alta de la micro cuenca estudiada, puede concluirse que el río Ejido es un ecosistema lótico viable, que no afecta o manifiesta un impacto ambiental negativo para la biota acuática predominante, ya que no se encuentran niveles de contaminación en esta parte de la micro cuenca, siendo ésta una fuente hídrica de aguas con características oligotróficas permisibles para la conservación y protección ambiental.

Parte baja

Analizando los datos de la parte baja de la micro cuenca estudiada, se concluye que según los parámetros obtenidos en este punto de muestreo, se presenta un gran impacto ambiental que afecta el desarrollo normal de la biota acuática. Así, debido al alto nivel de contaminación, es de vital importancia trabajar conjuntamente con las comunidades residentes en

las zonas aledañas del ecosistema, a fin de evitar problemas de salud en la población.

Tabla 3. Datos obtenidos (parte baja río Ejido)

Parámetro	Rango	Rango obtenido
O ₂	0,0-12 mg/l	3,7 mg/l
CO ₂	0,0-8 mg/l	100 mg/l
pH	0,0-14 UNIDADES	3,3 UNIDADES
Conductividad	0,0-200 Mhmos	288 Mhmos

CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Los análisis obtenidos, a partir del estudio físico-químico hídrico en la parte baja de la micro cuenca del río Ejido, indican un alto nivel de contaminación, que podría llegar a causar enfermedades debido a los vertimientos de aguas servidas, desechos orgánicos e inorgánicos, residuos sólidos como basuras y desechos en general. Este conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos y animales, como ganado cercano a este afluente, ocasionan un importante nivel de contaminación de las aguas de este afluente. Cabe mencionar así, que según las políticas de la Organización Mundial de la Salud OMS, el agua con condiciones óptimas para el consumo humano, debe tener cero colonias de coliformes por cada 100 ml de agua, lo cual asegura la prevención de enfermedades.

Nutrientes vegetales inorgánicos: nitratos y fosfatos son sustancias solubles en agua que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen al crecimiento desmesurado de algas y otros organismos, provocando la eutrofización de las aguas. Los compuestos orgánicos como el petróleo, la gasolina, los plásticos, los plaguicidas, los disolventes y detergentes, entre otros corroboran este tipo de contaminación (ver figura 12).

Sedimentos y materiales suspendidos: muchas partículas arrancadas del suelo son arrastradas a las aguas junto con otros materiales que hay en suspensión, siendo en términos de masa total, la mayor fuente de contaminación del agua.



Figura 5. Aguas servidas sobre el río Ejido



Figura 6. Parte alta río Ejido, uso como recreación

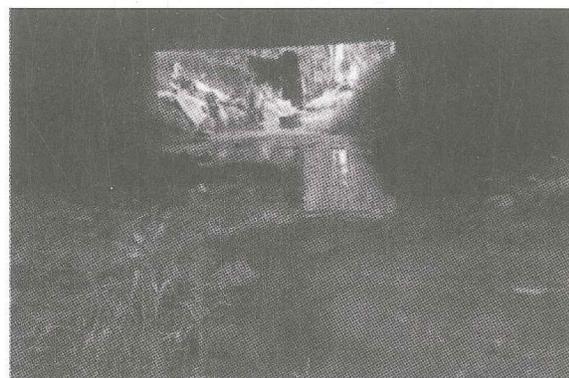


Figura 7. Parte alta río Ejido, uso doméstico



Figura 8. Toma de muestras físico- químicas hídricas en la parte alta del río Ejido.



Figura 9. Unión de las quebradas Tinajas y Molanga



Figura 10. Vertimiento de aguas servidas domésticas, parte baja del río Ejido.



Figura 11. Eutrofización en un meandro del río Ejido parte baja



Figura 12. Cadáver animal en descomposición en aguas del río Ejido parte baja.

Los resultados obtenidos frente a los análisis realizados, en la parte alta y baja de la micro cuenca del río, toman en cuenta, en la parte alta, las quebradas Molanga y Tinajas, unión de la cual nace el río Ejido.

Así, en cuanto a la quebrada Tinajas se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4. Características físico-químicas hídricas de la quebrada Tinajas.

PARAMETROS FISICO-QUIMICOS	RANGOS	RESULTADO RANGOS
TURBIDEZ	0-300 UNT	54 UNT
COLOR		Traslucido incoloro
OLOR		Inoloro
OXIGENO	0,0-12 mg/l	6,5 mg/l
pH	1-14 UNIDADES	6,5 UNIDADES
CONDUCTIVIDAD	0,0-200 Mmos	102Mmos
TEMPERATURA	> 0° C <	22° C
SDT	0,0-500 mg/l	56mg/l
NITRITOS	0-0,75 mg/l	0,05 mg/l
NITRATOS	0-150mg/l	25 mg/l
FOSFATOS	0 a 3 mg/l	0,25mg/l
AMONIO	0,0 a 5 mg/l	0 mg/l
DUREZA TOTAL	0,0 a >de 25 mg/l	*d 4,2 mg/l

Fuente: Laboratorios Institución Universitaria Tecnológica de Comfacauca - Unicomfacauca.

En la tabla número 4 se muestran los resultados de la medición en la parte alta del río Ejido, los cuales muestran, a partir de las diferentes cifras, un insignificante nivel de contaminación hídrica, pues los parámetros a estudiar son permisibles de acuerdo a niveles estandar.

En cuanto a los parámetros físicos, se encuentra la turbidez de 54 unidades, esto indica que no hay exceso de materia en suspensión o material coloidal, percibiéndose aguas incoloras e inoloras. Dentro de los parámetros químicos el oxígeno disuelto es de 6,5 ml/l, lo que indica que éste es afectado por lixivados, provenientes de la degradación de material orgánico que se filtra por escorrentía a la quebrada. Igualmente, el pH con un valor de 6,5 unidades indica que este cuerpo de agua puede ser utilizado para el consumo en caso de necesidad.

En cuanto a la presencia de nitritos, fosfatos y nitratos, cuya aparición se debe a la degradación de la materia orgánica, no se presentan alteraciones significativas relacionadas con procesos de contaminación de la micro cuenca.

Tabla 5. Características físico-químicas hídricas de la quebrada Molanga.

PARAMETRO FISICO-QUÍMICOS	RANGOS	RESULTADO RANGO
TURBIDEZ	0-300 UNT	51UNT
COLOR		Incoloro
OLOR		Inoloro
OXIGENO	0,0-12 mg/l	8mg/l
pH	1-14 UNIDADES	7,35 UNIDADES
CONDUCTIVIDAD	0,0-200 Mmos	54 Mmos
TEMPERATURA	> 0° C <	22,7°C
SDT	0,0-500 mg/	25ml/l
NITRITOS	0-0,75 ml/l	0,05ml/l
NITRATOS	0-150ml/l	25ml/l
FOSFATOS	0 a 3 ml/l	0,5ml/l
AMONIO	0,0 a 5 mg/l	0,0ml/l
DUREZA TOTAL	0,0 a >de 25 mg/l	*d1,2

Fuente: Laboratorios Institución Universitaria Tecnológica de Comfacaucá - Unicomfacaucá.

En la tabla número 5, relacionada con los datos obtenidos de la quebrada Molanga, de la parte alta de la micro cuenca del río Ejido, se observa que las cifras presentan un nivel insignificante de contaminación hídrica, pues los parámetros a estudiar son permisibles para uso humano.

En cuanto a parámetros físicos, se encuentra una turbidez de 51 unidades, esto quiere decir que no hay exceso de material en suspensión o material coloidal, presentándose aguas incoloras e inoloras.

Dentro de los parámetros químicos, el oxígeno disuelto es de 8 ml/l, lo cual indica que este valor es el adecuado dentro de un cuerpo de agua para albergar biota acuática.

igualmente, el pH, con un valor de 7,35 unidades, indica que esta parte del afluente puede ser utilizado para consumo en caso de necesidad o para otras actividades de la dinámica humana.

En cuanto a la presencia de nitritos, fosfatos y nitratos, cuya aparición se debe a la degradación de la materia orgánica, no se presentan alteraciones significativas, relacionadas con procesos de contaminación de la micro cuenca.

Tabla 6. Características físico-químicas hídricas del río Ejido.

PARAMETROS FISICO-QUÍMICOS	RANGOS	RESULTADO RANGO
TURBIDEZ	0-300 UNT	14 UNT
COLOR		Incoloro
OLOR		Inoloro
OXIGENO	0,0-12 mg/l	7,2 ml/l
pH	1-14 UNIDADES	7,8 UNT
CONDUCTIVIDAD	0,0-200 Mmos	29Mmos
TEMPERATURA	> 0° C <	22,2°C
SDT	0,0-500 mg/	27ml/l
NITRITOS	0-0,75 ml/l	25 ml/l
NITRATOS	0-150ml/l	0,2ml/l
FOSFATOS	0 a 3 ml/l	0,25ml/l
AMONIO	0,0 a 5 mg/l	0,0ml/l
DUREZA TOTAL	0,0 a >de 25 mg/l	*d 4

Fuente: Laboratorios Institución Universitaria Tecnológica de Comfacaucá - Unicomfacaucá.

En la tabla numero 6, donde pueden identificarse datos obtenidos del río Ejido parte alta, el análisis de los resultados indica un leve nivel de contaminación hídrica, ya que los parámetros a estudiar son permisibles para uso humano, actividades de recreación y riego de cultivos.

En cuanto a parámetros físicos, se encuentra la turbidez con un valor de 14 unidades, esto quiere decir que no hay exceso de material en suspensión, presentándose aguas incoloras e inoloras.

Dentro de los parámetros químicos, el oxígeno disuelto es de 7,2 ml/l, lo cual indica que este valor es el adecuado dentro de un cuerpo de agua para albergar biota acuática.

Igualmente, el pH, con un valor de 7,8 unidades, indica que esta parte del afluente puede ser utilizado para el consumo humano en caso de necesidad o para otras actividades.

En cuanto a la presencia de nitritos, fosfatos y nitratos, cuya aparición se debe a la degradación de la materia orgánica, no se presentan alteraciones significativas relacionadas con procesos de contaminación de la micro cuenca.

Tabla 7. Características físico-químicas hídricas de la desembocadura del río Ejido.

PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	RANGOS	RESULTADO RANGO
TURBIDEZ	0-300 UNT	179UNT
COLOR		Turbio
OLOR		Putrefacto
OXIGENO	0,0-12 mg/l	3,7ml/l
pH	0-14 UNIDADES	3,3 unidades
CONDUCTIVIDAD	0,0-200 Mmos	288Mmos
TEMPERATURA	> 0° C <	20°C
SDT	0,0-500 mg/	154mg/l
NITRITOS	0-0,75 mg/l	0,5 mg/l
NITRATOS	0-150mg/l	25mg/l
FOSFATOS	0 a 3 mg/l	1,5 mg/l
AMONIO	0,0 a 5 mg/l	0,2 mg/l
DUREZA TOTAL	0,0 a >de 25 mg/l	°d 3,1

Fuente: Laboratorios Institución Universitaria Tecnológica de Comfacauca - Unicomfacauca.

En la tabla numeró 7, que hace referencia al río Ejido en su desembocadura parte baja, los resultados indican un alto nivel de contaminación hídrica, pues los parámetros a estudiar no son permisibles para uso humano.

En cuanto a parámetros físicos, se encuentra la turbidez de 179 unidades, lo cual indica que hay exceso de material en suspensión (material coloidal). En cuanto a los sólidos disueltos totales, se concluye que no permite una buena fluctuación del caudal. Esto genera que la fauna íctica predominante pueda sobrevivir con dificultades en el entorno acuático estudiado.

Según la época del año, el color es de una tonalidad café intenso y turbio, su olor es putrefacto, resultado de materia orgánica en descomposición como basuras, cascaras y pulpa de frutas y hortalizas, entre otros elementos. También se identifican heces de animales y humanos (aguas negras) e incluso cadáveres de animales (ver figura 12) y desechos inorgánicos como plásticos, ropa, metales, llantas y escombros.

Dentro de los parámetros químicos, el oxígeno disuelto es de 3,7 ml/l, lo cual indica que este es muy bajo y dificulta el desarrollo y crecimiento de la vida acuática. Podría deducirse, en este caso, que los elevados rangos de CO₂, que son indirectamente proporcionales al O₂ y pH, se generan como resultado

de todos los lixiviados que llegan en su recorrido, desde el nacimiento hasta la desembocadura.

Con respecto al pH, con un valor de 3,3 unidades, implica que este cuerpo de agua no puede ser utilizado para consumo en caso de necesidad, debido a que presenta altos niveles de acidez, el cual causaría daños en los organismos.

Como parte del proceso de la degradación de materia orgánica hay presencia de nitritos, nitratos, fosfatos y amonio. Los fosfatos y el amonio presentan un alto nivel en esta parte de la microcuenca del río. El amonio hace que el agua tome ese color verdoso oscuro, baja la cantidad de oxígeno y tenga un olor desagradable. Así, cuanto menor sea su lectura en el agua mayor calidad tendrá ésta y habrá más presencia de vida acuática.

De otro lado, la presencia de residuos de detergentes produce espumas y añade fosfatos al agua (eutrofización), lo que disminuye mucho el poder autodepurador de los ríos al dificultar la actividad bacteriana. También interfiere en los procesos de floculación y sedimentación en las estaciones depuradoras.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en la parte alta de la microcuenca del río Ejido, puede concluirse que el nivel de contaminación es bajo, debido a que las muestras, de las características físico-químicas obtenidas, arrojaron datos que abarcan los rangos óptimos en cuanto a calidad del agua se refiere. Por lo tanto, este ecosistema lótico es favorable y viable para los ecosistemas aledaños, pues la flora y fauna interactúan con éste apoyando la biodiversidad de vida acuática y terrestre.

Para la parte baja del río Ejido, se concluye que el nivel de contaminación es alto, ya que los resultados indican niveles de contaminación considerables, lo que impide la utilización de este afluente en actividades de uso o consumo. Esto principalmente porque se ha convertido en un vertedero de basura y aguas servidas domésticas (aguas negras), situación que puede llegar a generar infecciones por la presencia de bacterias coliformes de las heces fecales.

La valoración de la parte baja del río Ejido, la cual arrojó unos resultados concluyentes de contaminación, tuvo en cuenta para su análisis la teoría de río continuo de Vannote, la cual da suceso a lo largo del trayecto de un a cuenca hidrográfica, desde su nacimiento hasta su desembocadura.

RECOMENDACIONES

Con los resultados obtenidos, se hace necesario socializar los resultados con el ente territorial, con el fin de generar propuestas de mejoramiento a través de los proyectos de manejo de aguas de la Secretaría de Salud, planteando actividades que permitan disminuir la contaminación del río Ejido, cuyas aguas bañan las zonas aledañas a la comuna 5 y 9. Esto permitirá minimizar el impacto negativo que pudiere ocasionar, la microcuenca sobre la salud de la población.

Adicionalmente, las estrategias de mejoramiento pueden dirigirse al aprovechamiento del recurso hídrico, como fuente importante de aguas en la zona de influencia.

Finalmente, es importante generar otros proyectos de investigación, los cuales permitan hacer evaluaciones más precisas sobre las causas de enfermedades relacionadas con contaminación hídrica, con el fin de realizar acciones de intervención en salud pública.

REFERENCIAS

- [1] G. ROLDAN. *Limnología Neo Tropical*. España: Barcelona. pp. 104-116.
- [2] I. WAIS y G. GENTILE. *Contaminación en Ríos y Lagos*. España: By lumen, 1997.
- [3] Gavidia y Valentin. *Medio Ambiente y Adaptaciones*. España: Material producido por el Ministerio de Educación y Ciencia de Madrid, 1987.
- [4] O. Ceron, V. Certuche, C. Soto, P. Velasco y A. Villamil. *Estudio Ambiental de la Parte Medio de la Micro cuenca del Río Ejido*. Popayán Colombia, 1998.
- [5] L. Janiot y D. Molina. *Características Físico Químicas del Río Uruguay en su Curso Inferior*. Uruguay
- [6] J. Ruiz Díaz, C. Romero y F. Vazques. *Evolución Histórica de Algunas Características Físico Químicas del Río Paraná-Puerto Corrientes: Alcalinidad, Dureza, Calcio, Sulfato, Cloruro, Turbiedad y Conductividad*.

- [7] Asociación Argentina de Ecología. *Características físico-químicas, capacidad buffer y establecimiento de la línea base ambiental del Río Grande*. San Luis - Argentina.
- [8] *Los Diez Ríos más Contaminados del Mundo*. (s.f). Extraído el 22 marzo de 2011. Disponible en: <http://stylusa.com.overblog.es/article-30374971.html>
- [9] Gavidia y Valentin. *Medio ambiente y adaptaciones*. Ministerio de Educación y Ciencia, España: Madrid, 1987.
- [10] *Popayán en Colombia*. (s.f). Extraído el 29 de septiembre 2011. Disponible en <http://popayan-cauca.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=mmxx-1-&x=1364644>
- [11] Corporación Autónoma Regional del Cauca—C.R.C. *Cartografía hídrica del municipio de Popayán*. 2005.

