

ALTERNATIVA AGROFLORESTAL NA AMAZÔNIA EM TRANSFORMAÇÃO

ROBERTO PORRO
EDITOR TÉCNICO



Embrapa

Capítulo 1

La degradación ambiental en la Amazonía ecuatoriana

*Emérita Villarreal
Juan Haro Alvear
Antonio Espinoza
Ricardo Limongi
Raúl Ramos*

Resumen – Desde el punto de vista ambiental y de la conservación de los recursos naturales, la Amazonía norte del Ecuador es la principal fuente de agua dulce del país y la de mayor degradación por la actividad petrolera. Se evaluó la calidad de agua presente en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Yasuní en tres fases. En la primera se muestrearon 56 puntos de aguas superficiales en la zona nor-occidental del parque, los sitios de muestreo fueron ubicados cerca y lejos de zonas pobladas e industriales (petroleras) e identificados 16 puntos críticos. En la segunda fase se evaluó los puntos críticos y otros localizados dentro del parque. En la tercera fase se determinó la calidad de aguas y sedimentos en los 16 puntos críticos y las fuentes de aguas de consumo humano en la Comunidad El Edén. Sitios cercanos a la actividad hidrocarburífera presentaron altos niveles de conductividad eléctrica, carga orgánica, hidrocarburos totales de petróleo y metales pesados. Los sedimentos muestreados dentro del parque presentaron cadmio, níquel y plomo con valores de contaminación superiores a los encontrados en zonas de baja influencia industrial. La demanda química de oxígeno indica

que posiblemente no exista materia orgánica degradada en proporción mayor a lo natural y que proviene de actividades industriales y domésticas. La reducción de coliformes totales y fecales ratifica que ninguna de las fuentes de agua es recomendada para consumo humano y uso doméstico sin tratamiento previo. El 25 % de los sitios superaron la concentración de hidrocarburos totales de petróleo en más de 50 veces al límite permitido en agua potable.

Palabras clave: Amazonía ecuatoriana, degradación del agua, actividad petrolera, calidad del agua, contaminación.

Abstract – From environmental and conservationist points of view, the Northern Ecuadorian Amazon is the country's main source of fresh water and the most degraded by the oil industry. This study evaluated water quality in the buffer zone of the Yasuní National Park. In the first stage, 56 samples of superficial water were taken from the park's northwestern zone. Samples were collected from sites at various distances from populated and industrial oil zones, with 16 critical points being identified. In the second phase, critical sites were evaluated and other points were identified. In the third phase, quality of water and sediments were assessed in the critical points, as well as the sources of water for human consumption in the El Edén community. Sites closer to oil plants presented high levels of electric conductivity, organic matter, total oil hydrocarbons and heavy metals. Sediments sampled within the park presented cadmium, nickel and lead at higher contamination levels when compared to those from zones of low oil industry influence. The chemical demand for oxygen indicates that degraded organic matter from industrial and domestic sources is unlikely to exist in higher amounts than that found in nature. Although there was a decrease in the amount of total and fecal coliforms, the tests confirm that all water sources are not recommended for human consumption and domestic use without previous treatment. In 25 % of the sites, the concentration of total oil hydrocarbons was 50 times higher than the allowed amount for potable water.

Keywords: ecuadorian Amazon, water degradation, oil activity, water quality, water contamination.

Antecedentes

La Amazonía ecuatoriana representa alrededor del 40 % del territorio nacional. En esta región se concentra el 95 % de las actividades hidrocarburíferas; posee el 90 % de las reservas de petróleo y gas, la principal fuente y reserva de agua dulce y el 80 % de los bosques. Sin embargo, es el sector menos atendido por el Estado ecuatoriano, con altos niveles de pobreza (ACCIÓN ECOLÓGICA, 1994; ECUADOR, 2003)

Desde el punto de vista ambiental y de la conservación de los recursos naturales, la degradación más importante ha sido provocada principalmente por la actividad petrolera, seguido por las actividades agropecuarias y mineras que han traído como consecuencia la pérdida de biodiversidad, tala indiscriminada del bosque (50.000 ha.año⁻¹), y degradación de suelos y aguas (NIETO et al., 2005; RUIZ, 1991).

El Parque Nacional Yasuní (PNY) tiene un área de 982.000 ha, que corresponde al 70 % de la provincia de Orellana. En 1989, por pedido del gobierno nacional, fue declarado por la UNESCO como Reserva de Biosfera, categoría de manejo que comprende áreas que disponen ecosistemas terrestres reconocidos a nivel nacional e internacional. Por lo tanto, es una zona de protección debido a su alto valor ecológico, fragilidad, apta para actividades turísticas, bienes y servicios ambientales, biotecnología y aptitud forestal (acciones que conjugan con el desarrollo socioeconómico y el mantenimiento de los valores culturales asociados). Sin embargo, en los últimos años, los gobiernos de turno han dado paso a concesiones para la explotación hidrocarburífera, que la hacen muy vulnerable a diferentes factores de degradación e impactos ambientales.

Al Parque ingresan fuentes de agua ya sea por los ríos, infiltración, escorrentías o lluvias, muchas de las cuales ya vienen contaminadas por aguas ácidas, metales de actividad petrolera, coliformes, mal manejo de aguas servidas y prácticas agrícolas (sobre todo herbicidas). Los sistemas de monitoreo de calidad del agua se asocian al incremento del ingreso económico, mediante la realización de actividades agropecuarias sustentables (crianza de especies menores e incremento de la productividad agropecuaria) y sociales (fortalecimiento organizacional de organizaciones y comunidades indígenas, manejo de conflictos, consumo directo y lavado).

Hasta el año 2001, la normativa ambiental y regulaciones ecuatorianas para las operaciones hidrocarburíferas en la Amazonia ecuatoriana eran insuficientes para reducir los problemas ambientales y sus implicaciones en la salud de las comunidades de la región. La gestión por parte de los organismos reguladores estatales y locales hacia la actividad petrolera, han promovido el manejo sostenible de los recursos naturales en la Reserva de Biosfera Yasuní (RBY), debido principalmente a que se han incorporado estudios de impacto ambiental, planes de manejo ambiental y auditorías ambientales en sus operaciones, así como una mayor exigencia en la aplicación del Reglamento Ambiental para Operaciones Hidrocarburíferas (RAOH), el cual incluye aspectos importantes como el monitoreo de los cuerpos receptores y emisiones, que anteriormente no contemplaba el Reglamento.

La creación y modificación de leyes y normas ambientales, como la norma de calidad ambiental y de la descarga de efluentes: recurso agua del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), en uso desde el 2003, tiene como objetivo principal la protección de la calidad del agua para proteger y preservar la integridad de las comunidades, de los ecosistemas, sus interrelaciones y del ambiente en general. Sin embargo, las posibilidades de derrames y descargas, ocasionadas por la actividad industrial y doméstica sin control y tratamiento previos, que pudieran ocurrir tanto en las zonas de amortiguamiento y transición de la Reserva, así como las condiciones naturales de los procesos climáticos y estacionales (la auto-purificación, la fuerza de cauce de los cuerpos hídricos), fueron factores importantes en la determinación de valores para la realización de su monitoreo de la RBY por parte del GSFEP y LABSU (de esta forma se abarcan la tres fases del Estudio).

Las poblaciones locales son capaces de desarrollar su propio monitoreo del impacto ambiental y pueden ejercer un papel muy importante en la conservación de los recursos y desarrollo sustentable de la Amazonía. Existen indicadores biológicos y de salud humana que pueden ser asociados a la degradación de la calidad del agua. Es por ello que existe la preocupación de la población con respecto a los efectos de contaminación que puede provocar la actividad hidrocarburífera, comparando principal-

mente a la situación de otras áreas donde se ha notado una degradación de los recursos hídricos.

La sostenibilidad del sistema de monitoreo de la calidad del agua se basa potencialmente en diversificar el servicio de monitoreo ambiental a otros usuarios (comunidades o entidades locales); en el rol funcional y financiero que irán paulatinamente asumiendo; en el reconocimiento que haga la comunidad sobre el monitoreo de calidad de agua como faena comunal; y finalmente en la inversión que podrían hacer las compañías petroleras en pequeños proyectos para reducir la degradación causada por sus acciones. A largo plazo, los gobiernos seccionales podrían destinar recursos del canon petrolero a financiar parcialmente el control ambiental local.

Fases del monitoreo

El monitoreo de la calidad del agua es una de las estrategias para la gestión de la RBY. Esto implica disponer de las herramientas técnicas necesarias para la realización de este tipo de acción a favor de la conservación de los recursos renovables de la Reserva. En este contexto, el monitoreo se ejecutó durante tres fases.

Primera fase

Entre los años 1997 y 1998 se realizó una línea base de la obtención de 56 muestras de aguas superficiales en la zona nor-occidental de la RBY. Los sitios de muestreo fueron ubicados en lugares cercanos y lejanos de zonas pobladas e industriales (petroleras) a lo largo de las vías: Auca, Zorros y Maxus, en los ríos: Napo, Indillama, Tiputini, Tivacuno, Shiripuno, entre otros, con el fin de representar un espectro de contaminación de aguas superficiales (Fig. 1). Como resultado, se propusieron parámetros como una base para establecer criterios de calidad de aguas en zonas que no presentan actividad antropogénica. A continuación, se mencionaron 16 puntos críticos recomendados para seguimientos futuros, debido a la presencia de indicadores de contaminación con valores atípicos.

Ubicación de sitios de muestreo del estudio de calidad de agua en el Nororiente ecuatoriano

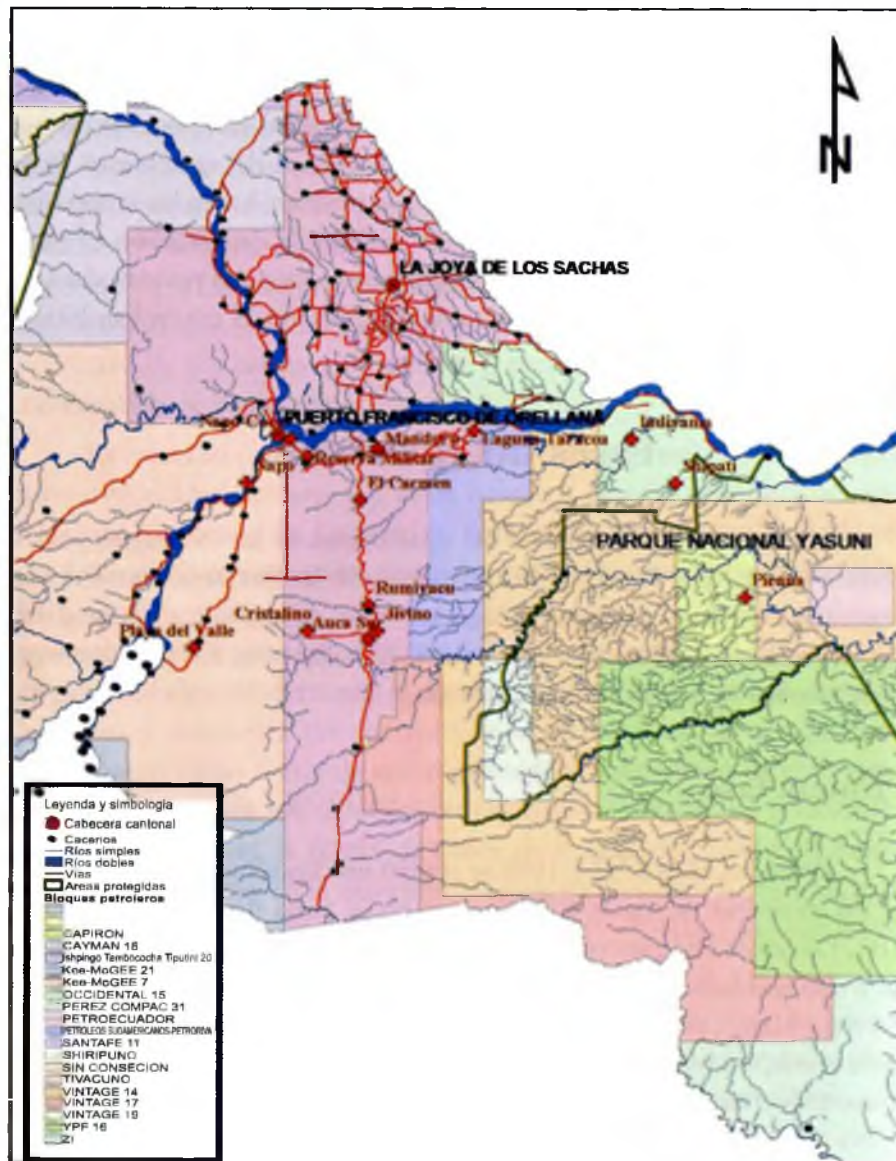


Fig. 1. Mapa de la zona de intervención
Ilustración: Limongi e Ramos (2006).

Se recomendó trabajar directamente con la población asentada en la zona, proporcionándole los resultados del monitoreo y recomendaciones para el buen uso del agua (Personal del FEPP Coca y del Laboratorio LABSU), mediante talleres de difusión.

Segunda fase

El estudio de calidad del agua fue efectuado entre los años 2000 y 2001. Se recopilaron muestras en los puntos críticos y se incorporaron algunos puntos en los ríos Tiputini y Yasuní, localizados en el territorio del PNY con la finalidad de caracterizar su estado de calidad; además, se inició un estudio de sedimentos en el río Tiputini. Se inició el programa de monitoreo comunitario, para lo cual LABSU organizó un plan de capacitación para promotores de organizaciones campesinas y oficiales de conservación del PNY y se destacó la importancia de conservar este recurso en condiciones óptimas para la protección de la salud y su responsabilidad en el monitoreo de sus fuentes de agua.

Durante la segunda fase del Estudio de la Calidad del Agua en la zona nor-occidental de la RBY, los puntos más cercanos a las zonas donde se desarrollan actividades humanas e industriales presentaron mayor afectación a la calidad del agua. Por ejemplo, el río Jivino (Estación Auca Sur), García Moreno (Napo), la Laguna Taracoa (Yuca) y el Estero Nando (Pindo) presentan los valores atípicos y presumibles de contaminación permanente por la presencia de conductividad eléctrica, demanda química de oxígeno, y coliformes fecales. En los ríos Tiputini y Yasuní se han registrado valores poco frecuentes de HTP, quizás debido a la presencia de la actividad industrial. En esta fase, se sugirió la necesidad de dar una vigilancia especial al río ubicado alrededor del Km 100 en la vía Maxus, donde se presentó valores altos de fenoles y HTP.

Tercera fase

Entre noviembre del año 2003 y septiembre del año 2004 se determinó el estado de calidad de aguas y sedimentos en los puntos críticos propuestos para monitoreo permanente; así como la calidad de aguas y

sedimentos de los ríos Tiputini y Yasuní y también de las fuentes de aguas de consumo en la Comunidad El Edén. En esta fase se correlacionaron los resultados obtenidos en el tiempo, así como también con los resultados de las fases anteriores, la difusión de la tercera fase de estudio se realizó mediante un folleto informativo.

Discusión y resultados

Hidrocarburos totales de petróleo (HTP)

La normativa ecuatoriana (ECUADOR, 2003) establece como valores de hidrocarburos en aguas destinadas a la preservación de flora y fauna y en cuerpos de agua receptores de descargas industriales (ECUADOR, 2001) valores menores a $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ de HTP, mientras que para la utilización de aguas para el uso y consumo doméstico el límite permisible máximo es de $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$ de aceites y grasas (ECUADOR, 2003). La normativa Europea considera que valores de HTP menores de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ se deben considerar aptos para el consumo humano.

La concentración de HTP en la primera y segunda evaluación en los sitios: Río Jivino, Río Napo, parroquia García Moreno, Laguna Taracoa, Río Manduro y comunidad San Carlos, presentaron concentraciones de hidrocarburos mayores al máximo permisible, lo cual se presume que fue por contaminación hidrocarburífera de las aguas. Sin embargo, su presencia no perduró en las siguientes evaluaciones ya que los resultados de las muestras se encontraron por debajo del límite de detección de $0,01 \text{ mg.L}^{-1}$ (Fig. 2). Los valores de HTP en sedimentos encontrados en los sitios descritos confirman su presencia, posiblemente debida a actividades antropogénicas. A estos sitios se suman otros cercanos a actividades industriales que, si bien en el análisis de aguas no presenta concentraciones de HTP, el análisis de sedimentos si verifica su presencia. Entre estos están Río Jivino, Estación de Bombeo Auca Sur, Reserva Militar y Playa del Valle.

Algunos contaminantes descargados a cuerpos de agua, la mayor parte orgánicos, pueden degradarse naturalmente (biodegradación) Los hidrocarburos se degradan muy lentamente, debido a que las partículas se

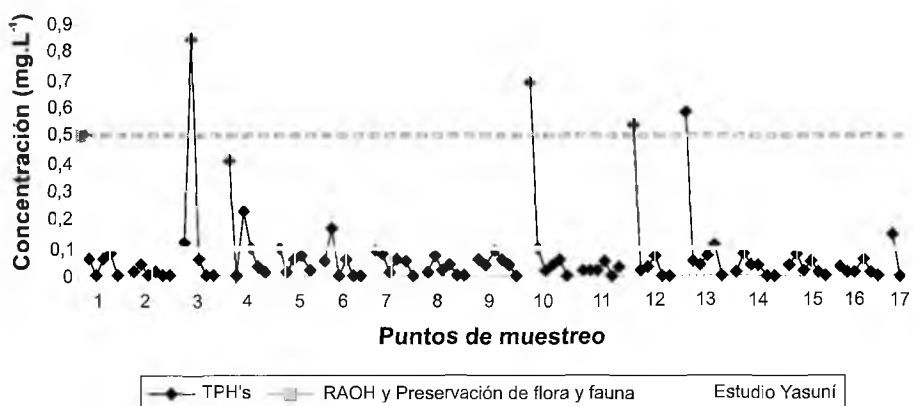


Fig. 2. Comportamiento de HTP en el agua durante seis evaluaciones en 16 puntos críticos en la zona Nororiental del Ecuador. Respecto al punto número 17 de la tabla, este fue incluido únicamente en la tercera fase.

Fuente: Fepp y Labsu (2004).

absorben en sedimentos o en la materia orgánica, efecto que los vuelve más pesados que el agua y tienden a depositarse y acumularse en el fondo de los cuerpos hídricos, donde pueden permanecer durante prolongados períodos. Esto es una de las causas que precisan la correlación de los resultados de HTP's obtenidos en el análisis de aguas con los resultados de HTP's obtenidos en el análisis de sedimentos.

Otro estudio (efectuado en un área diferente al que realizó el GSFPEP y LABSU, cuyos pozos petroleros están en un área de influencia cercana a la RBY), realizado en el año 1999 por el Instituto de Epidemiología y Salud Comunitaria Manuel Amunarriz (IESC, 2000), analizó 20 ríos de nueve comunidades cercanas a los pozos y estaciones de petróleo. Dieciocho ríos pertenecientes a ocho comunidades mostraron una severa exposición a HTP, variando su concentración desde 0,02 ppm en el río Manduro 1 hasta 2,883 ppm en el río Basura. En algunos ríos, la concentración de HTP superó en más de 50 veces el límite permitido en agua potable según la ley de la Comunidad Europea (Tabla 1).

No se conoce desde cuando está presente la contaminación, muchos informes indican que viene ocurriendo desde 1970, cuando se inició la actividad petrolera, evidenciando la larga exposición de los moradores de

Tabla 1. Concentración de HTP en 20 ríos de ocho comunidades cercanas a pozos y estaciones de Petróleo en la Amazonía Ecuatoriana, Ecuador.

Comunidad	Río	HTP ⁽¹⁾ (ppm)	Incremento sobre el límite permitido
Toachi	Toachi	0	0
	Escuela 28-M	0	0
Negro	Pozo 66	0,040	4
	Negro	1,438	143
Victoria	Victoria 1	0,051	5
	Victoria 2	1,426	142
Itaya	Itaya 1	0,043	4
	Itaya 2	0,028	2
Jiménez	Escuela 18-N	0,036	3
	Jiménez	0,028	2
Huamayacu	Huamayacu	1,444	144
	Basura	2,883	288
	INIAP	0,097	9
	Huamayacu verde	0,529	52
Lumu	Lumu pueblo	0,066	6
	Lumu 3	0,055	5
Dayuna	Dayuna	0,145	14
Manduro	Manduro 1	0,020	2
	Piscina Manduro	0,434	43
	Manduro 2	0,108	10

⁽¹⁾ 0,01 ppm es el límite para hidrocarburos totales en agua potable según la ley de la Comunidad Europea.

Fuente: Iesc (2000).

estas áreas a estos compuestos tóxicos que conllevan un alto riesgo para la salud. Iesc (2000) indica que posterior a este informe, el Ministerio del Ambiente confirmó estos resultados, ya que encontraron concentraciones de HTP superiores a 500 veces el límite permitido para consumo, en los ríos de una comunidad de este estudio.

Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es un parámetro que refleja la concentración de sales en el agua. La mayoría de los sitios de muestreo evaluados presentaron valores menores a $60 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, a excepción de tres muestras, con valores inclusive por encima del límite permisible para este indicador. El Ecuador (2001) establece un límite de $120 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ como promedio anual para cuerpos hídricos que reciben descargas industriales, lo que supone la presencia de actividad antropogénica (Fig. 3).

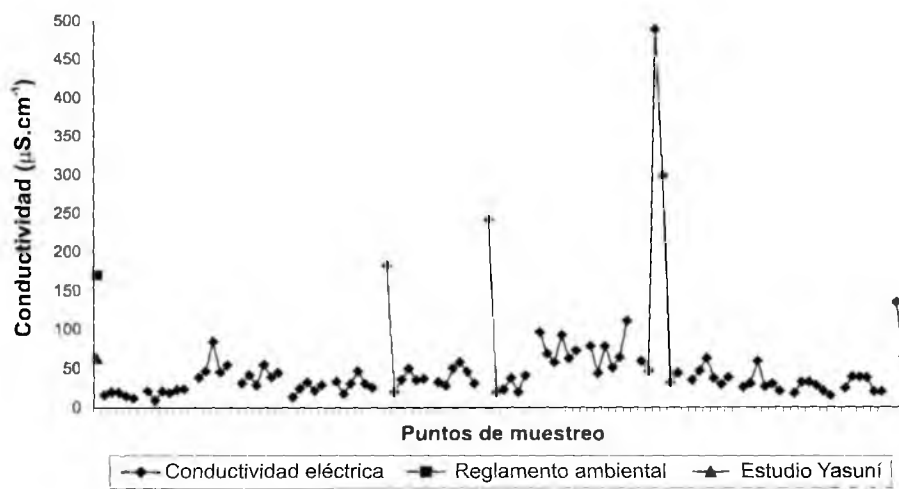


Fig. 3. Comportamiento de la conductividad eléctrica del agua durante seis evaluaciones en 16 puntos críticos, en la zona Nororiental del Ecuador. Fuente: Fepp y Labsu (2004).

Demanda química de oxígeno (DQO)

El 88 % de los puntos en estudio presentaron valores de DQO mayores al límite permisible en por lo menos una de las evaluaciones realizadas; esto significa la presencia en el agua de materia orgánica e inorgánica susceptible de oxidación, debido posiblemente a la contaminación industrial y humana. Mientras algunos microorganismos consumen oxígeno disuelto del medio para oxidar la materia orgánica, otros organismos

acuáticos pueden ver limitada la presencia de oxígeno para sobrevivir, de ahí la importancia del control de materia orgánica en un cuerpo hídrico. En las últimas evaluaciones estos contenidos se encontraron por debajo de los límites permisibles de acuerdo al Ecuador (2001), donde indica un máximo de 30 mg.L^{-1} de DQO para cuerpos receptores de descargas industriales (Fig. 4).

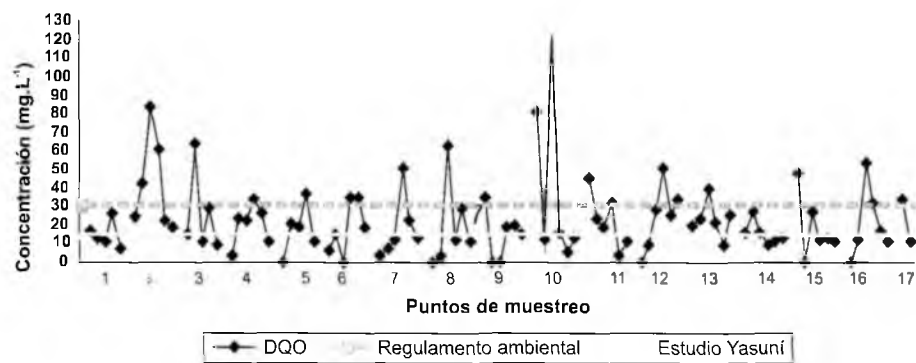


Fig. 4. Comportamiento de la DQO en el agua durante seis evaluaciones en 16 puntos críticos, en la zona Nororiental del Ecuador.

Fuente: Fepp y Labsu (2004).

Temperatura

Cambios en la temperatura del agua afectan la tasa de respiración, crecimiento y descomposición de la materia orgánica. La temperatura del agua, durante el período de estudio, en la mayoría de los puntos evaluados presentó una tendencia creciente (Fig. 5).

Esto se debe correlacionar con una disminución de la concentración de oxígeno diluido; cuanto más alta es la temperatura en el agua, menos oxígeno se puede diluir en ella, afectando de esta forma algunos procesos biológicos de organismos que ven desfavorecidos sus ciclos de crecimiento y reproducción. La temperatura máxima estipulada para verificar un estado de calidad ambiental para preservación de flora y fauna es de $32 \text{ }^\circ\text{C}$, para aguas dulces cálidas (ECUADOR, 2003).

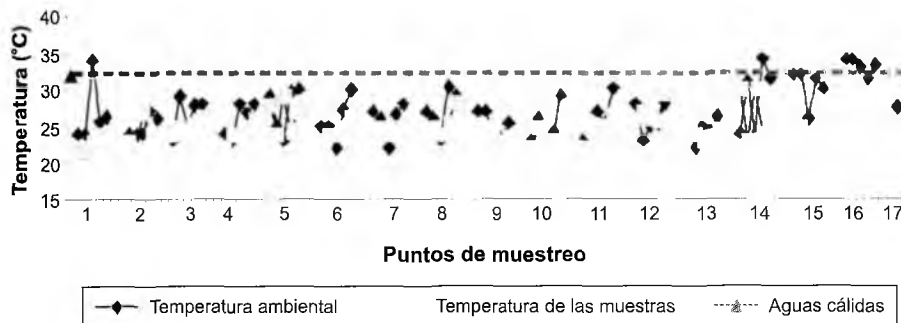


Fig. 5. Comportamiento de la temperatura del agua durante seis evaluaciones en 16 puntos críticos, en la zona Nororiental del Ecuador.
Fuente: Fepp y Labsu (2004).

Potencial de hidrógeno (pH)

Los microorganismos responden a un pH óptimo para crecer y reproducirse. Alrededor del 25 % de las muestras evaluadas presentaron valores de pH ligeramente alcalino (Fig. 6), el mismo que predominó en la mayoría de los sitios evaluados en un momento dado, lo cual es obvio ya que el efecto de la concentración del contaminante va a depender del



Fig. 6. Presentación gráfica del comportamiento del pH del agua durante seis evaluaciones en 16 puntos críticos, en la zona Nororiental del Ecuador.
Fuente: Fepp y Labsu (2004).

caudal que circule en el curso del agua. Esto demuestra la presencia de constituyentes básicos que impiden la capacidad tamponante de las aguas, los cuales podrían ser carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos e inclusive detergentes provenientes de la escorrentía del agua superficial o actividades antropogénicas. Los valores de pH considerados normales para preservación de flora y fauna, uso doméstico y cuerpos de descargas industriales se encuentran en rangos de 6,5 a 9,0; 6,0 a 9,0 y 6,0 a 8,0, respectivamente (ECUADOR, 2003).

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y oxígeno disuelto (OD)

La DBO es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para descomponer las sustancias orgánicas, valores menores a 3 mg.L^{-1} inhiben el desarrollo de algunos vertebrados e invertebrados. Los indicadores químicos y bioquímicos son los que se aceptan más comúnmente como elementos de degradación de la industria petrolera. El 82 % de los sitios estudiados durante las primeras evaluaciones presentaron una DBO alta en relación con el límite permisible de 2 mg.L^{-1} para consumo humano y doméstico (ECUADOR, 2003); aunque con el transcurrir del tiempo, en las últimas evaluaciones todos los sitios presentaron resultados por debajo del nivel permisible (Fig. 7).

Para el oxígeno disuelto, el 70 % de los sitios al inicio de las evaluaciones presentaron valores dentro de los rangos permisibles para consumo humano; sin embargo, las últimas evaluaciones tienen una tendencia decreciente. Aunque este parámetro no es un indicativo directo de contaminación, es importante medirlo para conocer el estado de todos los procesos biológicos y bioquímicos, que ocurren en un ecosistema acuático como la respiración y auto-putrefacción (degradación natural de materia orgánica). Según el Ministerio del Ambiente del Ecuador (2003), las aguas para ser consideradas sin intervención antropogénica deberían presentar valores de OD mayores a 5 mg.L^{-1} y para considerarse aptas para el consumo humano y uso doméstico deberían tener un OD mayor de 6 mg.L^{-1} . La mayoría de los sitios estudiados en la última evaluación no

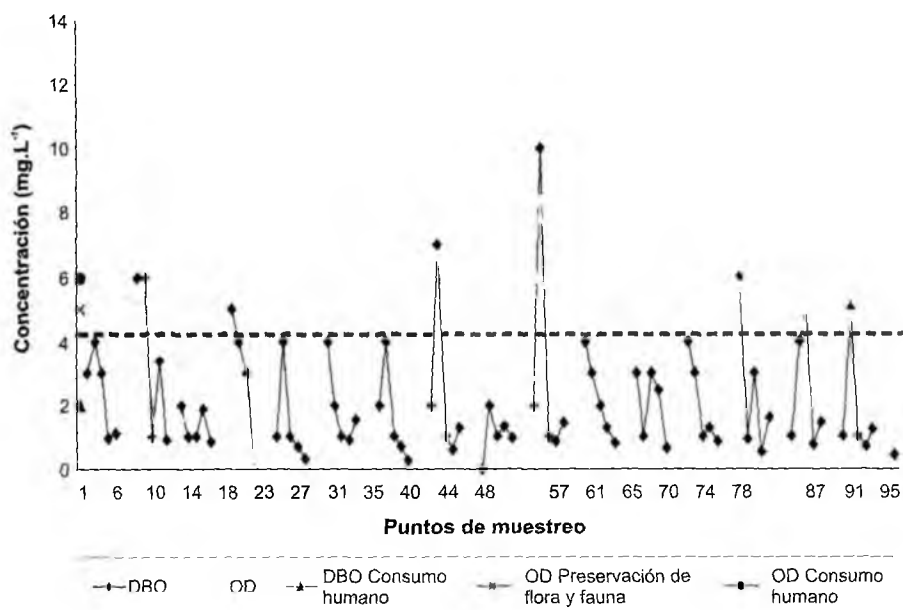


Fig. 7. Comportamiento de la DBO y OD en el agua durante seis evaluaciones en 16 puntos críticos, en la zona Nororiental del Ecuador.

Fuente: Fepp y Labsu (2004).

alcanzan el *mínimo permisible* para uso humano, y el 25 % de sitios muestreados presentan valores por debajo de los permisibles para considerarse aguas aptas para la preservación de flora y fauna (Fig. 7).

Coliformes

En el promedio de la evaluación inicial se encontraron 62.661 col/100 mL de coliformes totales y 6.831 col/100 mL de coliformes fecales. La evaluación final dio como promedio 4.510 col/100 mL coliformes totales y 392 col/100 mL coliformes de origen fecal. Este es uno de los aspectos más sobresalientes dentro del estudio, porque la preservación del ecosistema alrededor del PNY, desde el punto de vista sanitario, ha mejorado notablemente debido a una disminución en aproximadamente diez veces de la población microbiana (FEPP; LABSU, 2004). Sin embargo, los resultados obtenidos en el análisis microbiológico de aguas confirman

que ninguno de los puntos de toma de muestras puede ser utilizado por los habitantes de la zona como fuente de captación para el tratamiento de aguas que van a ser destinadas al consumo humano y uso doméstico, puesto que el Ecuador (2003) establece que, para utilizar una fuente como captación de aguas, se requiere que la muestra tenga menos de 50 col/100 mL como coliformes totales si se va solo a desinfectar las aguas; y 3.000 col/100 mL como coliformes totales y 600 col/100 mL como coliformes fecales si se van a realizar tratamientos de potabilización.

Conclusiones y recomendaciones

En varios puntos cercanos a la actividad hidrocarburífera, se encontraron niveles de conductividad eléctrica, carga orgánica, hidrocarburos totales de petróleo y metales pesados. En lo que respecta al análisis de metales ambientalmente disponibles en sedimentos muestreados en los ríos Tiputini y Yasuní, afectado por exploraciones petroleras, se encontró que, en todos los sitios estudiados, el cadmio, níquel y plomo presentaron valores indicativos de contaminación y superiores a los encontrados en zonas de baja influencia industrial.

La variabilidad detectada al correlacionar los resultados del análisis de aguas y sedimentos en las diferentes fases del estudio han permitido establecer que el recurso agua está expuesto a actividades industriales y antropogénicas. El agua, en forma temporal está expuesta a impactos ocasionados por las actividades industriales y domésticas, que siguen deteriorando aún más su estado natural.

La importancia de evaluar un indicador orgánico de contaminación, como el DQO, determina que posiblemente no exista materia orgánica que se esté degradando en mayor proporción a lo natural y que ésta provenga de actividades netamente industriales, sino que también proviene de actividades domésticas provocadas por asentamientos humanos.

La reducción de coliformes totales y fecales como indicadores biológicos de contaminación en aproximadamente diez veces los valores, es de vital importancia desde el punto de vista sanitario e indica que la

preservación del ecosistema alrededor del PNY ha mejorado notablemente. Sin embargo los niveles de contaminación de estos indicadores ratifican que ninguna de las fuentes de agua es recomendada para ser utilizada sin un tratamiento previo para el consumo humano y uso doméstico.

La ausencia de metales ambientalmente disponibles en las muestras de agua es otra de las características relevantes y comparables con los resultados obtenidos en la anterior fase de monitoreo y seguimiento.

Referencias

ACCIÓN ECOLÓGICA. **Amazonía por la vida**: una guía ambiental para la defensa del territorio amazónico amenazado por las petroleras. Quito, EC, 1994. 213 p.

ECUADOR. Ministerio del Ambiente. **Norma de calidad ambiental y descarga de efluentes**: recurso agua. Quito, EC: MAE, 2003. (Registro oficial, edición especial n. 2).

ECUADOR. Decreto ejecutivo n. 1.215, febrero del 2001. **Reglamento ambiental para operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador**. Quito, EC: [s.n.], 2001. (Registro Oficial n. 265).

FEPP. Fondo Ecuatoriano Populorum Progressio; LABSU. Laboratorio de Suelos, Aguas, Plantas y Balanceados. **Estudio de la calidad de aguas en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Yasuní**: informe de la tercera fase de monitoreo, octubre 2003-octubre 2004. Francisco de Orellana, 2004. 47 p.

IESC. Instituto de Epidemiología y Salud Comunitaria “Manuel Amunarriz”. **Informe Yana Curi**: impacto de la actividad petrolera en la salud de poblaciones rurales de la amazonía ecuatoriana. Quito, EC: Cicame: Medicus Mundi Gipuzkoa: Abya-Yala, 2000. 110 p.

NIETO, C. C.; RAMOS, V. R.; GALARZA, J. R. **Sistemas agroforestales aplicables en la Sierra Ecuatoriana**: resultados de una década de experiencias de campo. Quito, EC: Iniap-Promsa: Nueva Jerusalem, 2005. 205 p.

RUIZ, M. L. (Comp.). **Amazonia nuestra**: una vision alternativa. Quito, EC: CEDIME: Abya-Yala, 1991. 552 p.