

TIPOS DE AMBIENTES ACUÁTICOS DE LA AMAZONÍA PERUANA

THE AQUATIC ENVIRONMENT TYPES OF THE PERUVIAN AMAZONIA

José Maco García¹

RESUMEN

La Amazonía peruana está conformada por una compleja red hidrográfica donde resaltan ambientes lóticos y lénticos con características peculiares, que son necesarios estudiarlas con la finalidad de tipificarlas. Con la información existente sobre las características físicas y químicas y con el apoyo de la lectura de los cuerpos de agua en imágenes de satélite Landsat, se ha establecido una propuesta de clasificación de los ambientes acuáticos para la Amazonía peruana. Para los ambientes lóticos (ríos) se ha tomado como referencia la clasificación de los ríos de la Amazonía brasileña, el origen de los ríos, el material en suspensión y las principales características químicas de sus aguas. Para los ambientes lénticos (lagunas) se ha considerado el origen de los mismos y las características químicas de sus aguas.

En general, los cuerpos de agua de la Amazonía peruana presentan características químicas que los hacen de mayor productividad que las aguas brasileñas, debido a la cercanía de los Andes, de donde arrastran sustancias nutritivas a través de los sedimentos en suspensión.

Palabras clave: Clasificación de ambientes acuáticos, ambientes lénticos, ambientes lóticos, ríos, lagunas, características físicas y químicas, Amazonía peruana.

ABSTRACT

The Peruvian Amazonia is comprised by a complex hydrographic network, where lotics and lentic environments with peculiar characteristics stand out, making it necessary to study them to establish a classification for these aquatic environments. With the existing information about physical and chemical characteristics and with support of Landsat imagery interpretation, a proposal of classification of the aquatic environments for the Peruvian Amazonia has been established. The classification of the rivers of the Brazilian Amazonian has been the reference for the lotics environments (rivers), their origin, the material in suspension and the principal chemical characteristics of their waters. For the lentic environments (lagoons), their origin and chemical characteristics of their waters, was considered.

In general, the water bodies of the Peruvian Amazonia are more productive than the Brazilian waters, due to the nearness of the Andes from where they drag mineral substances across the sediments in suspension.

Keywords: Classification of aquatic environments, lentic environments, lotics environments, rivers, lagoons, physical and chemical characteristics, Peruvian Amazonia.

¹ Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - IIAP. Programa de Ordenamiento Ambiental. Correo Electrónico: jmaco@iiap.org.pe

1. INTRODUCCIÓN

La llanura amazónica presenta una gran red hidrográfica de innumerables cuerpos de agua que modelan los diferentes espacios de la Amazonía. Esta red hidrográfica es clave para el mantenimiento de los procesos bioecológicos que sustentan la existencia de la Amazonía.

Los cuerpos de agua presentan características peculiares y una gran diversidad de formas que pueden tener diferentes orígenes. Existen ambientes lóticos o cursos de agua con grandes caudales de agua y otros con escasos caudales de agua; algunos son torrentosos y otros con velocidad de corriente muy lenta. Adyacentes a estos cuerpos de agua existen lagunas de diversos tipos y formas; algunas son de origen tectónico y otras de origen fluvial; algunas son altamente productivas y otras no lo son (IIAP & WWF, 1999a; 1999b; 1999c).

Esos ambientes acuáticos albergan una rica y variada fauna hidrobiológica que sirve de sustento económico y alimenticio a los pueblos de la Amazonía (Hanek, 1982). En el llano amazónico los ríos son usados como vías de transporte para el traslado de carga y pasajeros.

La diversidad de ambientes acuáticos que existe en el llano amazónico reviste importancia en la existencia de la Amazonía y en el desarrollo de las diferentes actividades socioeconómicas de la región; sin embargo, existe poca información sobre las características físicas, químicas y biológicas de esos ambientes. De allí que en el presente trabajo se pretende proporcionar una clasificación de los ambientes acuáticos amazónicos peruanos, que sirva de base para futuros trabajos con relación al uso y conservación de estos recursos acuáticos.

2. MATERIAL Y MÉTODO

2.1 Materiales

Se utilizó la información existente sobre las características físicas y químicas de los cuerpos de agua de la Amazonía peruana, que fue tomada por diferentes instituciones; entre las principales se citan al Instituto del Mar del Perú (IMARPE), al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) y al Instituto Nacional de Desarrollo (INADE).

2.2 Métodos

Se realizó la recopilación de la información existente sobre las características físicas y químicas de los principales ríos y lagunas distribuidas en la llanura amazónica y Selva Alta.

Con la información obtenida se realizó la clasificación de los diferentes tipos de agua. Para los ríos amazónicos, se tomaron como referencia los parámetros básicos utilizados en la clasificación de Sioli (1968) que posteriormente fueron modificados por Geisler *et al.* (1973) para las aguas brasileñas, que se reportan en la Tabla 1. Esta información fue adicionada al análisis visual que se realizó de los ambientes lóticos que se observan en un mosaico de imágenes de satélite (IIAP, 2002a; 2002b) (IIAP & PETROPERU, 2001). El análisis consistió en determinar el origen de los cursos de agua, ya sea andino o amazónico.

Tabla 1. Tipos de agua y sus características limnológicas para aguas amazónicas brasileñas (Sioli, 1968; modificado por Geisler *et al.* 1973).

Ríos: Tipo de Agua	Aguas Blancas	Aguas Claras	Aguas Negras
Color	Lodoso turbio amarillento	Amarillento a verde oliva, clara – transparente	Oliva oscuro, marrón rojizo, café oscuro
Transparencia cm	10-60	60-400 a más	100-200
Materia en suspensión mg/l	± 300 materia seca	Libre	Muy poca
PH	6.7-7.2	± 6.5 (a veces 5.2 a 5.8)	4.5-4.8 (a veces 3.7)
Conductividad eléctrica μ mhos/cm	30-60	5-15	10-20
Ejemplos	Ríos Solimões-Amazonas, Madeira, Purús, Branco	Ríos Tapajós y Xingú	Ríos Negro, Curunú

Para la clasificación de las lagunas se efectuó el análisis visual de las imágenes de satélite del mosaico, elaborado por el IIAP en el año 2006. Se observó la forma de las cubetas y la forma del cuerpo de agua. Esta información fue adicionada a la información de las características físicas y químicas recopiladas para las diferentes tipos de lagunas (Maco, 2004a; 2004b) (Maco & Misajel, 2005).

3. RESULTADOS

En la Amazonía peruana los ambientes acuáticos se pueden dividir en ambientes lóticos (ríos y quebradas) y ambientes lénticos (lagunas, que regionalmente son denominadas como «cochas» y tipishcas) (IIAP, 1994) (IIAP & WWF 1999a; 1999b).

3.1 Ambientes lóticos

Las características físicas y químicas consideradas para clasificar los diferentes tipos de ríos están descritas en la Tabla 2.

3.1.1 Ríos de agua blanca

Los ríos que presentan este tipo de agua tienen origen en la Cordillera de los Andes. Generalmente, tienen un extenso recorrido a través de un amplio territorio de los Andes y del llano amazónico. Presentan aguas lodosas, turbias, debido al alto contenido de arena, arcilla y limo en suspensión, que proporcionan una coloración marrón claro a sus aguas. Asimismo, el alto contenido de material en suspensión (150 a 1 900 mg/l de materia fresca) hace que los niveles de transparencia sean bajos (5 a 60 cm) con altos valores de turbidez, presentándose una pobre penetración lumínica que dificulta el desarrollo del fitoplancton. La turbidez se incrementa durante el período de creciente debido a las fuertes precipitaciones y a los procesos de erosión que caracterizan a este período. Contrariamente, durante el período de vaciante, la carga de material en suspensión disminuye gracias a la reducción de los niveles de precipitación y a los procesos de sedimentación, ocasionando que los niveles de transparencia sean mayores.

Los ríos de agua blanca presentan alto valor de conductividad (106-384 mmhos/cm), producto del alto grado de mineralización de sus aguas, por lo que estos ambientes acuáticos reúnen mejores condiciones potenciales para la producción biológica (Arrignon, 1979). La alta conductividad de estos cuerpos de agua se debe a los sólidos en suspensión que acarrearán, los cuales generan gran cantidad de iones que se disuelven en el agua. Los niveles de pH van de ligeramente ácidos a alcalinos (5 a 9.5), dependiendo del ciclo hidrológico del curso de agua (Tabla 2) (Hanek, 1982) (Guerra et al. 1999) (IIAP & Madre de Dios, 2000) (IIAP & WWF, 2002a; 2002b) (IIAP & CTAR Ucayali, 2000).

Entre los representantes de este tipo de agua se encuentran los ríos Amazonas, Ucayali, Marañón, Napo, Pastaza, Huallaga y Putumayo, entre otros.

3.1.2 Ríos de agua negra

Están representados por tributarios que se originan dentro del bosque húmedo. Sus aguas son de color café oscuro, que al decir de Sioli (1968) la coloración de las aguas negras es debida a que presentan alto contenido de sustancias húmicas y ácidos fúlvicos.

Presentan poco material en suspensión, compuesto mayormente por material orgánico y detritus que permiten que estos cuerpos de agua presenten transparencia que oscila entre 23 y 118 cm. Los niveles de pH varían entre ácido a ligeramente ácido (3.5 a 6.9), con moderados valores de conductividad. Estos cuerpos de agua apenas superan los 100 mmhos/cm de conductividad eléctrica, lo cual indica que son pobres con relación al contenido de electrolitos y nutrientes (Tabla 2) (IIAP & PETROPERU, 1997) (IIAP et al. 2001a; 2001b) (IIAP & BIODAMAZ, 2002) (Comisión Técnica Multisectorial, 2002) (IIAP, 2003) (IIAP & WWF, 2003) (Maco et al. 2005).

Los principales ríos de aguas negras son: Nanay, Samiria, Chambira, Cuinico, Nucuray, Aypena, Tapiche e Itaya.

3.1.3 Ríos de agua intermedia o mixta

Son ríos que tienen características tanto de aguas blancas como de aguas negras. Los ríos de aguas mixtas tienen una coloración marrón clara a verde amarillenta, proporcionados por el tipo de sólidos en suspensión, de niveles bajos (30 a 250 mg/l de materia fresca), los cuales proporcionan bajos niveles de transparencia (20 a 60 cm). De acuerdo a estas características, las aguas intermedias serían semejantes a las de aguas blancas. Sin embargo, los bajos niveles de conductividad (19 a 180 mmhos/cm) y, pH ácido a ligeramente ácido (4.1 a 6.9) son semejantes a las características de aguas negras (Tabla 2).

Pertencen a la cuenca del río Tígre y sus principales tributarios, los ríos Macusari y Corrientes (Hanek, 1982). Estos tienen su origen en el piedemonte amazónico de los Andes ecuatorianos; otros nacen en sistemas de colinas adyacentes al piedemonte andino.

3.1.4 Ríos de agua clara

Son ríos que tienen aguas cristalinas, con muy escaso material en suspensión, lo que permite una total transparencia y la observación clara del fondo del cauce. Generalmente, nacen entre cerros que presentan material geológico bastante consolidado. Muchos de ellos tienen de moderado a alto contenido de electrolitos que se refleja en los valores de conductividad eléctrica de moderada a excesivamente alta (35-9,9900 mmhos/cm). Los niveles de pH varían de ligeramente ácido a básico (6.2 a 8.8). Es característico en estos ríos observar que sus aguas se vuelven turbias después de la caída de lluvias, proceso que tiene un espacio temporal bastante corto. Estos ríos, por lo común se localizan en selva alta peruana y son tributarios de los ríos de agua blanca (Tabla 2) (Maco, 2004a; 2004b) (Maco & Misajel, 2005).

Entre los ríos que representan este tipo de agua están: Chontayacu, Tocache, Mishollo, Challuayacu, Cañuto, Aspuzana, Uchiza, Pólvora, Cachiyacu de Lupuna y Huaynabe.

Tabla 2. Tipos de agua presentes en la Amazonía peruana.

Tipos de Ríos Características	Aguas Claras	Aguas Blancas	Aguas Intermedias o Mixtas	Aguas Negras
Color	Cristalina a verde clara	Lodoso turbio, marrón amarillento	Marrón claro, verde amarillento	Marrón rojizo, café oscuro
Transparencia (cm)	Total	5-60	20-60	40-240
Materia en suspensión (mg/l)	Muy escasa	150 a 1900 materia fresca	30-250 materia fresca	Poca
pH	6.2-8.8	5.0-9.5	4.1-6.9	3.5-6.9
Conductividad eléctrica (µmhos/cm)	35-9,900	106-450	19-180	23-118
Calcio (mg/l)	3.1-6.0	13.6-40.0	0.8-5.6	0.8-16.0
Alcalinidad total (mg/l)	20-42	42-142	7-50	10-50
Ejemplos	Ríos Tocache, Challuayacu, Uchiza, Cachiyacu de Santa Ana, Huaynabe.	Ríos Amazonas, Marañón, Napo, Pastaza, Tónchima, Mayo.	Ríos Tigre, Macusari, Corrientes.	Ríos Samiria, Chambira, Cuinico, Nucuray, Nanay, Itaya, Tapiche.

3.2 Ambientes lénticos

3.2.1 Lagunas de origen tectónico

Estas lagunas fueron formadas en depresiones originadas debido a los procesos de hundimiento y levantamiento del suelo. En la Amazonía, generalmente se presentan en la Selva Alta. Algunas se caracterizan por ser pequeñas y de formas más o menos redondeadas. Como ejemplos de estas lagunas tenemos el complejo de lagunas ubicadas en la Cadena Oriental de los Andes, en el sector oeste de la provincia de Tocache, que dan origen a los pequeños afluentes formadores de los ríos Chontayacu, Tocache y Mishollo (Maco & Misajel, 2005).

Otras lagunas de origen tectónico en la Selva Alta son de gran dimensión y presentan formas irregulares, como el caso del lago Sauce (Maco, 2004a) en la Región San Martín, y de las lagunas Burlan y Pomacochas en la Región Amazonas (Maco, 2006 –en preparación–).

En el llano amazónico también existen algunos ejemplos de lagunas y lagos que se han formado por el hundimiento del terreno, como los casos de la laguna Imiria en la Región Ucayali y el lago Rimachi en la Región Loreto.

3.2.2 Lagunas de origen fluvial

Son formadas como consecuencia de la migración lateral de los cursos de agua. Durante este proceso un meandro del río puede ser aislado del cauce principal a través del fenómeno llamado regionalmente «rompeo». De esta forma se origina un tipo diferente de cuerpo de agua, denominado «tipishca», y la porción de tierra rodeada por este nuevo cuerpo de agua pasa a la categoría de isla. A medida que se desarrollan los procesos de sedimentación las tipishcas se van cerrando en uno de sus extremos para convertirse en una laguna típica que tiene la forma semilunar o de herradura, denominada localmente «cocha» (IIAP & WWF, 1999c). Dependiendo de su localización y de la influencia del río principal, se pueden clasificar en lagunas de várzea y en lagunas de agua negra.

3.2.2.1 Lagunas de várzea

Son lagunas adyacentes a los cuerpos de agua blanca, de los cuales reciben fuerte influencia en los periodos de creciente de los ríos. Durante los periodos de creciente los niveles de transparencia son bajos en gran parte de estos cuerpos de agua, debido al alto contenido de material en suspensión que introduce el río de agua blanca al cual están conectados. En este período se produce un aumento del nivel del agua, que va acompañado con una alta tasa de renovación de sustancias nutritivas. Conforme van sedimentando el material en suspensión, las aguas se toman más transparentes. Paralelamente a ello, ocurre una alta proliferación de organismos planctónicos que solamente permiten una moderada penetración lumínica. En ese sentido, los niveles de transparencia (15 a 160 cm) y de material en suspensión (10 a 800 mg/l de materia fresca) son muy variables (Tabla 3) (IIAP & WWF, 1999c).

Por otro lado, los niveles de pH oscilan entre ligeramente ácidos a alcalinos (5.4 a 10.0). Los niveles de pH más ácidos se presentan durante los periodos de media creciente y media vaciante, periodos en que las áreas inundables son lavadas por las aguas de lluvias, las que al final se van a concentrar en la laguna.

Asimismo, presentan altos niveles de conductividad eléctrica (119 a 472 mmhos/cm). Los niveles menores se presentan en los meses de creciente, período en que hay una invasión de los ríos de agua blanca; y los niveles mayores ocurren durante los meses de vaciante, después de los procesos de dilución y decantación del material en suspensión, lo que genera una alta tasa de renovación de nutrientes. Estos factores permiten que estas lagunas presentan elevada productividad potencial (Arrignon, 1979).

Como representantes de estos cuerpos de agua existen en la cuenca del Ucayali las lagunas Sahuá, Supay, Carocurahuyte, Bolívar, Tipishca San Antonio, y en la cuenca del Marañón las lagunas San Pablo Tipishca, Aguajal, Cuyocuyote, Arirama, entre otras.

3.2.2.2 Lagunas de agua negra

Generalmente, son adyacentes a los cursos de aguas negras, de los cuales reciben influencia durante el período de creciente. Algunas veces están cercanas a los cursos de agua blanca, pero sin recibir influencia de éstos durante los periodos de creciente (como la laguna Yarinacocha cercana al río Ucayali). Este hecho permite que estos cuerpos de agua tengan menor tasa de renovación de sustancias nutritivas con relación a las lagunas de várzea.

El color de las aguas de estas lagunas es el café oscuro; sin embargo, hay lagunas de agua negra en las que, durante los periodos de media vaciante a vaciante, ocurre una proliferación del fitoplancton, que confiere a las aguas una coloración verdosa (Tabla 3) (IIAP & WWF, 1999c). El escaso material en suspensión (20 a 100 mg/l de materia fresca) permite que los niveles de transparencia (35 a 225 cm) sean mayores que en las lagunas de várzea, aunque aquí también, en estos parámetros, hay una fuerte dependencia del nivel de las aguas de los ríos.

Por otro lado, los valores de pH oscilan entre ácidos a alcalinos (4.2 a 8.6), con niveles de conductividad eléctrica de 49 a 203 mmhos/cm. En este sentido, las variaciones espaciales y temporales del pH y la conductividad se presentan por los mismos motivos manifestados para las lagunas de várzea.

Por las razones expuestas, las lagunas de agua negra presentan menor productividad potencial con relación a las lagunas de várzea.

Como ejemplos se encuentran en la cuenca del Samiria las lagunas Tipishca del Samiria, Huistococha, Atuncocha, Pastococha, y en la cuenca del Chambira, la laguna Tipishca del Chambira; en la cuenca del Nanay, las lagunas Moronacocha (adyacente a Iquitos), Zungarococha, Rumococha, Cashococha, Sunicocha, Llanchama, Shiriará y Yarinacocha, entre otras.

Tabla 3. Tipos de lagunas presentes en la Amazonía Baja peruana.

Tipo de Lagunas	Lagunas de Origen Tectónico	Lagunas de Origen Fluvial	
		Lagunas de várzea	Lagunas de agua negra
Color	Claro, verde	Verde, negruzco	Café oscuro, verde oscuro
Transparencia (cm)	205	15-160	34-225
Materia en suspensión (mg/l)		10 a 800 materia fresca	20-100 materia fresca
pH	6.0-8.7	5.4-10.0	4.2-8.6
Conductividad eléctrica (µmhos/cm)	223-892	119-472	49-203
Calcio (mg/l)		14.0-36.4	2.4-30.0
Alcalinidad total (mg/l)	23-54	40-170	20-135
Ejemplos	Lago Sauce, Pomacochas, Burlan, Rimachi, Imiria.	San Pablo Tipishca, Carocurahuayte, Bolívar, Aguajal, Arirama, etc.	Atun Cocha, Yarinacocha, Yanayacu, Pastococha, Tipishca del Samiria, Huistococha, Tipishca del Chambira.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ríos de la Amazonía peruana presentan mayores valores de electrolitos disueltos, que se ven reflejados en los valores de conductividad eléctrica (Tabla 2), con respecto a los ríos del territorio brasileño (Tabla 1). Estas diferencias se deben a las características geológicas y a la cercanía de los sistemas de drenaje provenientes de la Cordillera de los Andes (IIAP & WWF, 1999c). Cuando ocurren las lluvias, los innumerables afluentes de los ríos de agua blanca, especialmente en las zonas de Selva Alta, se saturan completamente con altos contenidos de material en suspensión (material areno arcilloso), pasan pocas horas después de las lluvias y los ríos retornan a su estado «normal», es decir, estos ríos se vuelven transparentes, con muy escaso contenido de material en suspensión (Maco, 2004a; 2004b) (Maco & Misajel, 2005). Estas características proporcionan mayor material en suspensión a los ríos de agua blanca, que son muy ricas en sustancias nutritivas, las que son arrancadas de las laderas de los cerros andinos y transportadas como material en suspensión.

Los ríos de aguas negras son llamados así por el color de sus aguas, producto del alto contenido de materia orgánica en descomposición (Sioli, 1968). El contenido de electrolitos que poseen es mayor que los ríos de agua negra del territorio brasileño (Tablas 1 y 2) por las razones antes expuestas.

Con relación a los ríos de agua clara, los altos niveles de conductividad son proporcionados por el material mineral que trasladan de las formaciones geológicas con yacimientos salinos, especialmente de la Cordillera surandina. Esta característica permite que los niveles de conductividad eléctrica sean muy altos para algunos ríos de agua clara de la Amazonía peruana (Maco, 2004a; 2004b) (Maco & Misajel, 2005) con relación a las aguas claras de los ríos brasileños, que tienen como origen formaciones geológicas muy antiguas como el Macizo Central Brasileño.

Por las características físicas y químicas se han separado algunos ríos, como los ríos principales de la cuenca del río Tigre, que presentan características físicas semejantes a las de los ríos de agua blanca (con alto contenido de material en suspensión, color marrón, con alta turbidez) y características químicas semejantes a las de los ríos de aguas negras (bajo contenido de electrolitos y pH ácido a ligeramente ácido). Por tales razones estos ríos son considerados como ríos de aguas intermedias o mixtas (Hanek, 1982) (IIAP & WWF, 1999c).

Entre los ambientes lénticos destacan las lagunas de origen tectónico, que se caracterizan por haberse formado en depresiones del terreno (Maco, 2004a) (Maco & Misajel, 2005). Generalmente, se ubican en la región de Selva Alta, en la Cordillera Oriental y la Cordillera Surandina. La mayoría de estas lagunas son pequeñas y redondeadas, algunas son de mayor dimensión y de forma irregular y dan origen a las pequeñas quebradas formadoras de los ríos afluentes de los ríos de agua blanca en la mencionada región. En el llano amazónico también existen lagunas de origen tectónico, pero son muy escasas. Mayormente, en esta región predominan las lagunas de origen fluvial; estas lagunas pueden ser lagunas de várzea o lagunas de agua negra (Hanek, 1982) (IIAP & WWF, 1999c). Las primeras, por estar influenciadas por las aguas de los ríos de aguas blancas, son mucho más productivas que las segundas, que reciben influencia de los ríos de aguas negras.

5. BIBLIOGRAFÍA

- ARRIGNON, J. 1979. Ecología y Piscicultura de aguas dulces. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 365 p.
- COMISIÓN TÉCNICA MULTISECTORIAL. 2002. Evaluación ambiental de los impactos producidos por las actividades auríferas en la cuenca del río Nanay (Informe interno). 27 p.
- GEISLER, R.; KOPPEL, H.A.; SIOLI, H. 1973. The ecology of freshwater fishers in Amazonia: Present status and future task for research. *Applied Sciences and Development* (2): 144-62.
- GUERRA F. H.; ORTEAGA T. H.; MACO G. J.; LIMACHI H. L.; SÁNCHEZ R. H.; Ismiño O. R. y García V. A. 1999. Informe del Estudio: Evaluación del impacto de la introducción de especies exóticas en la cuenca del río Huallaga. Convenio Ministerio de Pesquería – Instituto de investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 74 p.
- HANEK, G. 1982 La pesquería en la Amazonía Peruana: Presente y Futuro. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 86 p.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana). 1994. Evaluación de la capacidad de la tierra y de los recursos naturales de la Reserva Nacional Pacaya-Samiria. Informe Final. Iquitos. 118 p.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana). 2002a. Propuesta de Zonificación Ecológica Económica de la Cuenca del Río Nanay. Vol. II. Medio Físico. Convenio IIAP – Banco Mundial, Proyecto Conservación de la Biodiversidad y Manejo Comunitario de los recursos naturales de la Cuenca del Río Nanay. 115 p + mapas.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana). 2002b. Iquitos – Nauta: Zonificación Ecológica Económica para el desarrollo sostenible. Vol. II. Medio Físico. Convenio IIAP – Proyecto Araucaria Amazonas Nauta. 136 p + mapas.
- IIAP. (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana) 2003. Propuesta Preliminar de Macrozonificación Ecológico-Económica de la Cuenca del Pucacuro. Proyecto Conservación y Manejo de la Biodiversidad de la Cuenca del Pucacuro. 113 p + mapas.

- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana) – BIODAMAZ (Proyecto Diversidad Biológica de la Amazonía Peruana). 2002. Características Biofísicas y Zonificación Zona Reservada Allpahuayo Mishana. 111 p + mapas.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana) – CTAR Madre de Dios. 2000. Zonificación Ecológico– Económica de la Región Madre de Dios. IIAP – CTAR Madre de Dios. Puerto Maldonado. 161 p + mapas.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana) – CTAR Ucayali. 2000. Zonificación Ecológica Económica de la Cuenca del Río Aguaytía. Gobierno Regional de Ucayali – IIAP. Iquitos 121 p + mapas.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana) y PETROPERU (Petróleos del Perú). 1997. Mapa de sensibilidad de los tramos comprendido entre los Km 175 al 178 del ONP. Iquitos. 69 p.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana) y PETROPERU (Petróleos del Perú). 2001. Mapa de sensibilidad a nivel macroespacial del Oleoducto Nor-peruano – Ramal Principal y Ramal Norte. Iquitos. 173 p.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana); Proyecto Araucaria Nauta; AECI y CTAR Loreto. 2001a. Iquitos Nauta: Zonificación ecológico-económica para el desarrollo sostenible. Versión en CD.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana); Proyecto Araucaria Nauta; AECI y CTAR Loreto. 2001b. Características Biofísicas de la Reserva Nacional Pacaya Samiria. IIAP. Versión en CD.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana) y WWF (World Wildlife Fund.) 1999a. Informe del Trabajo de Campo en la zona del «Abanico del Pastaza». Anexo 5 del Proyecto Ecorregión de Bosques Inundables y Ecosistemas Acuáticos de Várzea e Igapó – División Perú. IIAP – WWP. Iquitos.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana) y WWF (World Wildlife Fund). 1999b. Proyecto Ecorregión de Bosques Inundables y Ecosistemas Acuáticos de Várzea e Igapó - División Perú. Informe Final, Volumen I: Visión y Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad. 87 pág.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana) y WWF (World Wildlife Fund). 1999c. Proyecto Ecorregión de Bosques Inundables y Ecosistemas Acuáticos de Várzea e Igapó - División Perú. Informe Final, Volumen II: Anexos. 183 pág.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana) y WWF (World Wildlife Fund). 2002a. Propuesta preliminar de macrozonificación ecológica económica del Abanico del Pastaza. Iquitos.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana) y WWF (World Wildlife Fund) 2002b. Caracterización biológica y socioeconómica del Abanico del Pastaza. Informe final. Iquitos. 69 p.
- IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana) y WWF (World Wildlife Fund). 2003. Diagnóstico del Medio Físico y Biológico de la Zona Reservada de Gueppi (Informe Final). Proyecto Planificación de las Áreas Naturales Protegidas en el Perú. 129 p + mapas.
- MACO G. J. 2004a. Hidrografía. Zonificación Ecológica Económica de la Región San Martín. Convenio IIAP– Gobierno Regional de San Martín. 43 p + mapas.
- MACO G. J. 2004b. Hidrografía. Zonificación Ecológica Económica del Alto Mayo. Convenio IIAP-PEAM. 27 p. + mapas.

- MACO, G J.; FERREIRA, V. F.; AMAZIFUEN, G C.; SUÁREZ, C. J. & MACOL. G 2005. Diagnóstico situacional de los impactos de las actividades petroleras en la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Jefatura de la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Iquitos. 83 p. + mapas.
- MACO, GJ. & MISAJEL, S.J. J. 2005. Hidrografia. Serie: Estudios temáticos para la Zonificación Ecológico-Económica de Tocache. Convenio de Cooperación entre IIAP, PREODATU y Municipalidad Provincial de Tocache. 38 p + mapas. Autor.
- SIOLI, H. 1968. Hydrochemistry and Geology. In the Brazilian Amazon region. *Rev. Amazoniana* 1(3): 267-277.