

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

(ESTACION CIENTIFICA DE LETICIA)

INSTITUTO NACIONAL DE LOS RECURSOS

NATURALES RENOVABLES - INDERENA

" Inventario, caracterización y
lineamientos para la conservación
de los humedales del
Departamento del Amazonas"

Leticia, Colombia., Abril de 1993

**"Inventario, caracterización y
lineamientos para la conservación
de los humedales del
Departamento del Amazonas"**

Trabajo elaborado por:

SANTIAGO R. DUQUE

Profesor Asistente,

Instituto de Ciencias Naturales

Universidad Nacional de Colombia

Leticia, Colombia., Noviembre de 1993

1. INTRODUCCION.

El presente trabajo pretende dar un análisis de la información conocida sobre el tema de los humedales en Colombia y en particular en el Departamento del Amazonas. Para lograr este objetivo central, en primera instancia se aborda la revisión exhaustiva sobre la información secundaria que se refiere el tema. Para ello se han consultado diversas fuentes; entre ellas cabe destacarse los trabajos de Domínguez, (1985), Mejía (1987), Correa (1990), y Andrade et. al., (1992) que recopilan el conocimiento de la Amazonia colombiana, algunos de los cuales incluye al estudio de los recursos naturales renovables.

Al revisar los trabajos anteriores, se nota la poca investigación que relacione a los recursos acuáticos. Como el campo de los humedales es abordado en gran parte por el área de la limnología, (una disciplina de la ecología), como segunda etapa del trabajo se analizarán publicaciones adelantadas en Colombia y en otras regiones de la cuenca; con relación a Colombia, las investigaciones limnológicas realizadas en la Amazonia, corresponden a documentos inéditos, tesis de grado y muy pocas publicaciones.

Para el área específica del presente trabajo se pueden mencionar las investigaciones de Smith y Craven (1972), Donato (1987), Duque y Donato (1992 a,b), Donato y Duque (1992) y Duque y Bahamón (1993) que analizan aspectos de limnología básica y de biología y ecología del fitoplancton en humedades ubicados en la orilla

colombiana del río Amazonas.

En el campo de la ictiología y la biología pesquera se encuentran los trabajos de Ramírez (1986), Prada (1987), Valderrama (1982 a,b; 1988, 1989), IGA (1985), Castro (1987, 1992) y Medrano (1990 a,b).

Solo a partir de 1990 se organiza una línea de investigación continuada sobre los humedales del Trapecio amazónico colombiano. La base de este nuevo trabajo está en el Programa que posee el Instituto de Ciencias Naturales a través de la Estación Científica de Leticia de la Universidad Nacional de Colombia (Duque, 1992).

De todos modos, investigaciones que recopilen el conocimiento actual y/o planes de manejo y conservación de los humedales del Trapecio amazónico colombiano no existe; por ello como tercera etapa del presente trabajo se encuentra el inventario y caracterización limnológica preliminar de algunos ambientes ubicados sobre la orilla del río Amazonas; a su vez se particulariza sobre algunos de los que presentan un mayor impacto antrópico, como son el sistema de Lagos de Yahuaraca (Municipio de Leticia) y Lagos de Tarapoto (Municipio de Puerto Nariño).

Por último, se efectúa un análisis del estado del conocimiento sobre el tema en la cuenca amazónica y se compara con los trabajos adelantados en Colombia y que ya fueron comentados. El marco teórico y la discusión presentan esta aproximación. Se hace especial énfasis en trabajos de clasificación y regionalización de ambientes acuáticos amazónicos y programas, políticas o

estrategias para el uso y conservación de los mismos.

2. DESCRIPCION DEL AREA.

La gran cuenca del río Amazonas representa cerca de siete millones de kilómetros cuadrados (ver figura 1). A Colombia solo le corresponde el 5.6 % de extensión, pero que representa cerca del 35% del territorio nacional. En el área se encuentran los Departamentos del Caquetá, Putumayo, Amazonas, Guainía y el sur de los Departamentos del Vichada y Meta (Hurtado, 1992).

Figura 1 Mapa general de la cuenca amazónica (Fuente Domínguez, 1987)

En esta inmensa extensión, se pueden distinguir varios paisajes (Figura 2); al norte del río Caquetá predomina el macizo y la planicie Guayanesa. La edad de estas rocas de origen precámbrico, varía entre 920 y 3.400 millones de años. En los sitios donde aflora el escudo se presentan irregularidades en el terreno que producen raudales, rápidos y cataratas en los cauces de los ríos, además de sierras, mesetas, colinas y cerros aislados. El sector corresponde al macizo y planicie Guayanesa y a las Sierras y Mesas del Macizo que se representan en la Figura 2 (Mejía, 1987).

Al sur del río Caquetá y al norte del río Amazonas se presenta la planicie amazónica y la planicie amazónica reciente; la primera de edad terciaria, corresponde a los sectores donde se encuentra la selva de tierra firme más desarrollada de la región, que se conoce como "Hylea" amazónica. La segunda formación se desarrolla cerca de los cauces principales de los ríos Guaviare, Guainía, Caquetá, Putumayo y Amazonas (ver figura 2; Hurtado 1992).

El factor que produce la estacionalidad pluvial en la región es el paso de la Zona Intertropical de Convergencia -ZITC-. Según Mejía (1982), el primer período de alta precipitación ocurre en los primeros meses del año y la segunda época de menor intensidad, se presenta entre septiembre y diciembre (ver Figura 3). El patrón antes descrito corresponde a sectores de la Amazonia colombiana ubicadas en latitud Sur, como es el caso de Leticia. A medida que cambiamos de hemisferio el patrón cambia debido al desplazamiento de la ZITC (Ver Figura 3).

El comportamiento hidrológico guarda alguna relación con el patrón

de pluviosidad, sin embargo hay que tener en cuenta la ubicación latitudinal del río. La figura 4 presenta esta característica; como se puede apreciar el río Amazonas debe sus máximos niveles de agua al aporte de los ríos del hemisferio norte. Para el área particular del presente estudio, las lluvias locales ejercen efectos sobre pequeños tributarios, no así sobre el río Amazonas (ver Figura 4).

Figura 2 Mapa geomorfológico de la cuenca amazónica en Colombia (Citado en Domínguez, 1987)

La evolución geológica y climática que ha sufrido la cuenca amazónica, afecta el tipo de suelos encontrados en la región. Los suelos asociados a la selva presentan características especiales, sinendo la más importante la presencia en los horizontes superficiales, de una capa orgánica que se renueva constantemente (Herrera et al., 1978).

Estas condiciones edáficas generan que la fase mineral del suelo no tenga importancia en el ciclado de los nutrientes (Jordan, 1985). Por esto se reconoce que los nutrientes como el Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Magnesio y Calcio tengan ciclos "cerrados"; esto se aprecia en su acumulación en la biomasa vegetal viva y en la materia orgánica del suelo (Herrera, et al., 1978).

De todos modos, existen algunas variaciones del ambiente edáfico, producto de los cambios geológicos y climatológicos de la cuenca; este aspecto se resalta en la amplia variedad de ecosistemas terrestres presentes en la región, los cuales son definidos

principalmente por la fisionomía de la vegetación (figura 5; Hurtado, 1992).

La característica de la selva amazónica de retener los nutrientes en la vegetación y la superficie del suelo, genera los patrones de tipos de aguas que se encuentran en la región. Se acepta que en la Amazonia, principalmente Brasileña, existen tres tipos diferentes de aguas (Sioli, 1967); esta clasificación se ha generalizado para otros sectores de la cuenca, teniendo el cuidado respectivo debido a las variaciones regionales.

Los ríos de aguas Blancas deben su color al transporte de gran cantidad de sedimentos ricos en nutrientes provenientes de la Cordillera de los Andes. Presentan baja transparencia y pH cercano a la neutralidad. Dentro de ellos podemos citar, entre los más importantes, los ríos Caquetá, Putumayo y Amazonas.

Figura 3 Comportamiento anual de la pluviosidad sobre el meridiano 70 ° W (Citado en Mejía, 1987)

Figura 4 Precipitación pluvial en la Amazonia y comportamiento de los niveles del río Amazonas en un ciclo anual (Citado en Mejía, 1987).

El segundo tipo corresponde a los sistemas de aguas Negras, que nacen y recorren los bosques de la planicie amazónica. El color típico de estos ambientes es café-ocre y se debe en gran parte, a la presencia de materia orgánica parcialmente descompuesta y que está formada principalmente por ácidos húmicos y fúlvicos (Fassbender & Bornemisza, 1987), generando condiciones de pH bajo (generalmente entre 4 y 6).

La transparencia de estas aguas es intermedia con respecto a los sistemas de aguas Blancas y Claras; además presentan una baja concentración de nutrientes lo que produce una pobre biota acuática (Sioli, 1967).

El último tipo de ambiente pertenece a los de aguas Claras que nacen en los afloramientos rocosos y recorren sectores donde el suelo es arenoso lo que genera la transparencia de sus aguas; en ellos el pH es ligeramente ácido, siendo como los anteriores, de baja fertilidad (Sioli, 1967).

Debido a la estrecha relación existente entre el ambiente acuático y el terrestre circundante, en algunos sectores como el de la planicie amazónica reciente (ver Figura 2), ocurren áreas de carácter anfíbio que son de gran importancia para la productividad de las aguas amazónicas. Por ello algunos autores han intentado clasificar estas formaciones tomando en cuenta el tipo de bosque inundable y de agua así como los niveles y el tiempo de la inundación. Dentro de estas aproximaciones están los trabajos de Prance (1979) y Encarnación (1985).

Para el sector de la orilla colombiana del río Amazonas, Etter (1992) identifica varios paisajes; (para mayor detalle ver anexo 1). El primero corresponde a las llanuras aluviales de origen andino, que conforman las Várzeas (vegas deposicionales) y Terrazas que se presenta principalmente en las islas y orilla de los ríos (ver Figura 6); el término Várzea es aplicable al plano inundable de los ríos, que como el Amazonas, son de aguas Blancas (Junk, 1984).

Figura 5 Principales formaciones vegetales de la Amazonia colombiana ((Citado en Mejía, 1987.

La Várzea está conformada por un complejo sistema de lagos, ríos, canales, diques, islas y algunas veces lagos aislados del río principal en alguna época del año. El bosque sufre inundaciones periódicas y el suelo presenta limitaciones en su drenaje. Su estructura florística es alto multiestratificado con abundantes palmas (Etter, 1992).

Los otros paisajes que se presentan hacia el interior, son las planicies sedimentarias onduladas y fuertemente onduladas (Etter, 1992).

El sector del Trapecio amazónico, en especial la orilla sobre el río Amazonas presenta suelos con mal drenaje; su pH varia entre 5.5 a 6.5 En la actualidad estos sectores son utilizados por la población de la región, para el cultivo de maíz, arroz, algodón, cacao, y en menor proporción, extracción de maderas y ganadería (ver figura 7; Etter, 1992).

Los sistemas acuáticos o humedales son utilizados para la pesca artesanal de subsistencia y semi-intensiva para la comercialización de los excedentes. El área produce, junto con los sectores cercanos de Perú y Brasil, la demanda de pescado para consumo de los principales asentamientos humanos (principalmente Leticia y Puerto Nariño dentro del sector colombiano) y para las comunidades indígenas y pequeños poblados de colonos.

Otra fuente actual del recurso, está en el campo de los peces ornamentales, que son preferencialmente capturados en el bosque inundable (Várzea o el Igapó; este último, según Adis (1984) cuando el bosque es inundado por ríos de aguas Negras), en los lagos y en los gramalotes o praderas flotantes.

En el sector de estudio se observan diferentes modelos de utilización del espacio, entre ellos está la presencia de áreas de conservación como son los parques o reservas naturales; también se encuentran algunos sectores donde existe una reserva forestal, resguardos indígenas, entre otros (ver figura 7).

Figura 6 Mapa general ecológico del Trapecio amazónico colombiano. Para detalle ver anexo 1 (Fuente Etter, 1992)

3. MARCO TEORICO.

Los ecosistemas acuáticos presentes en la cuenca amazónica presentan características especiales, algunas de las cuales han permitido validar y reformular conceptos teóricos de la ecología (Junk, 1980; Payne, 1986; Esteves, 1988a). Las profundas diferencias en la estructura de las comunidades y el comportamiento cíclico y sucesional de los ambientes acuáticos del trópico, ameritan análisis más detallados de su ecología.

El patrón principal que se presenta en la Amazonia, son las grandes oscilaciones periódicas en el nivel de las aguas en combinación con una interacción entre el ambiente acuático y el terrestre (Junk, 1980), provocando condiciones que no pueden clasificarse dentro de la tipología tradicional utilizada en las zonas extratropicales (Esteves, 1988a). Este cambio en el área de inundación produce drásticas modificaciones en los ecosistemas acuáticos (Schmidt, 1972; Tundisi et al., 1984).

Además de lo anterior, en la cuenca amazónica se complejiza el entendimiento por la íntima relación que existe entre la geología y las aguas superficiales, produciendo de esta manera diferentes tipos de ambientes. En un estudio general sobre el Macizo Central Brasileiro, Sioli (1967) reconoce tres tipos de aguas amazónicas, Blancas, Negras y Claras. Sin embargo, es necesario tener cuidado al generalizar esta clasificación para otros sectores de la cuenca.

Figura 7 Mapa de ocupación y utilización del espacio
en el Trapecio amazónico colombiano (Fuente Etter, 1992)

Encarnación (1985) describe diferencias en el contenido de humus, nutrientes y acidez al comparar aguas entre la Amazonia Peruana y Brasileira; de la misma forma, dentro de un ciclo anual, algunos ambientes sufren una marcada variación en sus condiciones entre aguas Negras y Blancas, generando un tipo guas de mezclas o Intermedias (Irmmler, 1977 en Encarnación, 1985; Rai y Hill, 1980).

Para Colombia, Castro (1989) y Etter (1992) describen, utilizando la clasificación de Sioli, algunos ejemplos de ambientes acuáticos. En el área del Trapecio amazónico, Duque y Bahamón (1993) -encionan la presencia de algunos ambientes de la orilla colombiana del río Amazonas que no se ajustan a la clasificación general citada para la región; también observan la presencia de ecosistemas con aguas de tipo mixto, que tendrían similares condiciones a las registradas por Irmmler (1977; en Encarnación, 1985) y Rai y Hill (1980) como mixtas o de mezclas.

La clasificación de Sioli (1967) no considera las características morfológicas e hidrológicas de los hábitats. Por esto, Prance (1979) y Encarnación (1985) incluyen, dentro de su clasificación del bosque inundable, algunos parámetros hidroquímicos, duración del período de inundación, textura del suelo, entre otros. Para

el caso del bosque inundable, la duración del período de inundación permitió diferenciar a Walschburger et al., (1990) cuatro tipos de bosque inundable, en el área del Parque Nacional

Natural del Cahuinari.

Lo anterior permite concluir que hacen falta trabajos que permitan ampliar y ajustar las clasificaciones existentes. De todos modos se conoce con cierto detalle las profundas diferencias limnológicas que existen entre los diferentes tipos de ambientes amazónicos. Así lo demuestran los trabajos de Schmidt (1972, 1976 y 1982) y Brandorff (1978).

Por otro lado, las diferencias regionales que existen en la geología, suelos y vegetación, las cuales se observan en la multiplicidad de paisajes de la Amazonia colombiana (PRORADAM, 1979; Etter, 1982) parecen producir modificaciones en el comportamiento limnológico y en la estructura y diversidad de algunas comunidades acuáticas (Duque y Donato, 1992a).

A su vez se conoce que los ecosistemas de la Amazonia tienen complejos comportamientos estacionales de carácter anual y multianual (Payne, 1986; Junk, 1984; Adis, 1984) y marcadas diferencias en el ciclo día-noche (Melack y Fisher, 1990; Tundisi et al., 1984).

Los cambios en la estructura de las comunidades, así como en su productividad, generan, dentro de un ciclo anual, diferentes niveles tróficos y etapas sucesionales. Es así como los sistemas de aguas Blancas presentan características oligotróficas en períodos de aguas altas y eutróficas en aguas bajas (Payne, 1986). Para los ambientes de aguas Negras y Claras, el comportamiento parece ser opuesto, pero sólo generándose pequeños cambios de productividad cercanos a la oligotrofia (Duque y Donato, 1992a).

El patrón diario presente en ambientes acuáticos de la Amazonia se refiere generalmente, a las variaciones verticales de algunos factores abióticos; los más importantes son la temperatura y el oxígeno disuelto. El comportamiento de estas dos variables determina, en alguna medida, los cambios en los demás factores (Esteves, 1988b).

Para los lagos de la Várzea, Melack y Fisher (1990) encontraron la presencia de una estratificación térmica y de oxígeno disuelto en ambientes que tenían una profundidad superior a los 5 m., y variaciones verticales de la oxiclina en lagos de menor profundidad (1 - 2 m) cada 3 o 5 días.

Las lluvias locales y la escorrentía superficial aportan en estos lagos, la mayoría del nitrógeno presente. El fósforo proviene de las periódicas inundaciones de los ríos de aguas Blancas (Melack y Fisher, 1990).

En general, la alta turbiedad que se presenta en los lagos de la Várzea produce valores bajos de clorofila a y fosotíntesis planctónicas, siendo más evidente el papel de la vía detritica por el aporte de la materia orgánica proveniente del bosque inundable, lo que favorece el predominio de organismos con capacidad heterotrófica (Duque y Donato, 1992a; Duque y Bahamón, 1993; DUQUE, 1993; en prep a,b).

El cambio en la relación N/P es el factor rector e. las variaciones de las comunidades planctónicas, siendo el fósforo

limitante en períodos de crecidas o niveles máximos del río y el nitrógeno en épocas de vaciante y niveles mínimos (Melack y Fisher, 1990).

Para el período de aguas bajas, el oxígeno disuelto se distribuye por toda la columna de agua; por ello es común encontrar una mezcla continua en el lago, con cortos intervalos de estratificación (Schmidt, 1972). A su vez, se presenta sobresaturación de oxígeno en la superficie y altas densidades de fitoplancton; de esta forma el CO₂ disminuye y el pH cambia a valores cercanos a 8-9 (Schmidt, 1972).

Para la época de aguas altas, la mezcla de la columna ocurre por cambios de la temperatura en el ciclo diario y algunas veces, debido al viento. El oxígeno presenta una oxiclina lo que favorece la formación de ácido sulfídrico (H₂S) en el sedimento. La concentración de CO₂ se incrementa y el pH disminuye (Schmidt, 1972).

En lagos alimentados por ríos de aguas Claras, Camargo y Miyai (1988) encontraron que se comportan como sistemas con trofia intermedia al compararlos con los de aguas Blancas y Negras. La concentración de nutrientes es similar al observado en sistemas de aguas Negras e inferiores con respecto a los de aguas Blancas. Otro patrón común es la estabilización de una estratificación térmica por largos períodos de tiempo, y que solo se rompe en algunas épocas, debido a la disminución de la temperatura en horas nocturnas (Camargo Y Miyai, 1988).

Un comportamiento especial y adicional a los comentados, se

refiere a la presencia del Arú o Friaaje que corresponde a la llegada de un viento frío que penetra toda la llanura oriental de Sur América; para Colombia, Mejia (1982) menciona datos de la disminución de la temperatura ambiental, que en algunos casos puede llegar a 12 - 16 °C. Payne (1986) describe que en este período atípico se rompe la estratificación térmica, ocasionando una mezcla y liberación de compuestos reductivos como metano y ácido sulfídrico que son letales para la biota acuática, en particular para los peces.

Por las anteriores características, los ambientes amazónicos podrían ser catalogados como polimícticos y oligomícticos de acuerdo a las veces que presentan mezcla dentro de un ciclo anual (Esteves, 1988b) o por el cambio de productividad puedan ser considerados como alotróficos (Rai, 1978 citado en Payne, 1986).

4. QUE SON LOS HUMEDALES.

En 1971, en Irán se estableció la Convención de Ramsar para la protección de las áreas húmedas conocidas como humedales. El objetivo principal de Ramsar es la conservación de los hábitats de aves acuáticas con potencial de amenaza de extinción. Para lograr este propósito se hace necesario el concurso internacional.

Se estudian dentro de humedales los cuerpos y cursos de agua epicontinentales como ríos, quebradas, caños, lagos, lagunas, ciénagas, turberas, bosques y sabanas inundables. También incluye ambientes costeros como estuarios, manglares y regiones marinas costeras con una profundidad en marea baja, menor a 6 metros (UICN-INDERENA, 1992).

Para Colombia la aproximación al concepto de humedales fue planteado por Hernández-Camacho (1984); las unidades trabajadas son áreas pantanosas, lacustres, estuarinas y ecosistemas fluviales que se refieren a sistemas lóticos. A su vez incluye una lista de algunas especies de aves acuáticas residentes o migratorias que están siendo amenazadas de extinción por el alto impacto antrópico sobre sus hábitats.

Posteriormente, Naranjo (1986) recopila la información, principalmente geográfica, sobre humedales de Colombia. Para el área del Trapecio amazónico, el autor describe solo los ambientes acuáticos pertenecientes al Parque Nacional Natural de Amacayacu con una extensión desconocida de pantanos, caños y ríos.

El sesgo de la Convención de Ramsar en torno a la prioridad de conservación de ambientes acuáticos con ornitofauna de importancia, hace evidente un problema de descuido hacia una multitud de ecosistemas acuáticos del país de interés científico y de potencialidad como paisaje (turismo ecológico, pesca, entre otros). Es así como Naranjo (1986) sólo incluye para Colombia un inventario de cuarenta áreas de humedales.

Como ejemplo palpable de esta aproximación, es el presente trabajo que describe y analiza, limnológicamente una serie de ambientes que se encuentran por fuera del Parque Nacional Natural de Amacayacu y que tienen características "sui generis" que ameritan también su manejo y conservación.

Otro punto que se discute en las reuniones sobre el tema de humedales es la excesiva simplificación de su clasificación, demeritando el avance vertiginoso del conocimiento limnológico, que ha logrado establecer una clara diferenciación de origen, evolución y comportamiento de los sistemas acuáticos epicontinentales. Basta solo revisar el tratado de Hutchinson (1957) que diferencia, dentro de ambientes lénticos, 11 tipos principales y 76 subtipos, o los acercamientos al Trópico efectuados por Payne (1986), Esteves (1988b) y Roldán (1992), para comprobar lo anterior.

Por esto el presente trabajo discute y analiza "los humedales" dentro del contexto limnológico tradicional, enfatizado sobre la importancia de su conocimiento para dar las pautas de manejo y conservación de toda su biota acuática o asociada.

5. METODOLOGIA.

En el sector de la orilla colombiana del río Amazonas se encuentra una amplia gama de ambientes acuáticos asociados con los planos de inundación de los ríos de aguas Blancas (Várzeas), Negras (Igapós), principalmente.

Algunos de ellos fueron visitados 27 ecosistemas (figura 8) en el período Febrero - Marzo de 1993, época que correspondió dentro del ciclo hidrológico del río Amazonas, a un ascenso en el nivel de las aguas que llegó a su máximo en Mayo - Junio del mismo año. Los primeros "humedales" que se incluyeron eran lo que habían sido trabajados desde 1991 por la Universidad Nacional de Colombia (Instituto de Ciencias Naturales -Estación Científica de Leticia)

(Duque y Bahamón, 1993).

Estos son los del sistema de lagos de Yahuaraca y Tarapoto, así como los lagos de Pozo Hondo (La Milagrosa), La Resaca (Isla Mocagua) y Tipisca (río Amacayacu), están siendo trabajados.

El resto de los ambientes fueron seleccionados por las condiciones contrastantes que se esperaban, teniendo en cuenta para ello el análisis de paisajes descrito por Etter (1992) y por las facilidades logísticas para llegar a ellos.

Para la caracterización de estos 27 "humedales" se analizaron variables abióticas y bióticas. Entre las primeras se seleccionaron la conductividad (medida en microSiemens/cm a 25° C). El pH, el oxígeno disuelto y su porcentaje de saturación (en mg/L), la temperatura (en grados celsius), la salinidad (partes por mil) y la turbiedad (unidades nefelométricas) utilizando para ello un equipo YSI 3800 provisto de una sonda de profundidad con electrodos para cada medición. La transparencia es medida utilizando el disco de Secchi; para el análisis de la alcalinidad y acidez se utilizan las bacterias MERCK.

Las comunidades trabajadas en el presente estudio son el fitoplancton y los macrófitos; el primero se obtiene por arrastres horizontales en la superficie del espejo de agua con una malla de plancton de 45 μ .

En algunos de los ambientes seleccionados se toman muestras de ticoplancton y de perifiton que no son analizadas en el presente estudio. El ticoplancton es definido como las comunidades de

microalgas asociadas a las plantas litorales (Margalef, 1983). El perifiton hace referencia a las algas que, a diferencia del fitoplancton, están sujetas a los macrófitos. Para la recolección del fitoplancton se siguió la metodología planteada por Coesel et al., (1988; estrujamiento de macrófitos). El perifiton fue recogido directamente raspando las superficies (Esteves, 1988b).

Figura 8 Mapa detallado de los "humedales" visitados en febrero-marzo de 1993. Para detalle ver anexo 2

Todas las muestras son luego preservadas con una solución Transeau (3 partes de alcohol etílico al 90%, 1 parte de formalina y 6 partes de agua destilada) en proporción volumétrica 1:1 con la muestra. Luego son catalogadas en la colección Amazónica de la Estación Científica de Leticia y el Herbario Nacional Colombiano (COL), pertenecientes a la Universidad Nacional de Colombia.

En algunas áreas donde la vegetación litoral presentaba un importante desarrollo se realizaron colecciones directas de los macrófitos, con el propósito de determinar las especies. Estos sitios correspondieron a (figura 8):

- Lagos de Yahuaraca cerca de Leticia
- Caño Paraná frente a la isla de los Micos
- Lagos interiores de la isla de Mocagua
- Lagos de Tarapoto cerca de Pto. Nariño y
- Lago de Garza Cocha en la frontera Colombo - Peruana

Para cada ejemplar se toman datos de campo con el fin de facilitar

su identificación y poder determinar la tipología basada en biotipos y fisiotipos y la fisonomía utilizando, en ambos casos, las claves propuestas para Colombia por Schmidt-Mumm (1988a,b).

El concepto de biotipo se refiere a la forma de vida del organismo y el de fisiotipo a la forma de crecimiento de acuerdo con los criterios de Greig-Smith (1983).

Para el análisis de los datos fisicoquímicos, primero se revisa la información obtenida, la cual es organizada de tal forma que pueda ser leída por el paquete estadístico seleccionado. Para este caso, fue necesario cambiar los valores de 0.0 por 0.01. En las profundidades donde no aparecían registros de Alcalinidad y Acidez, estos fueron completados con el valor obtenido en la superficie.

Luego se diseña una matriz secundaria donde se consignan los datos transformados utilizando para ello la desviación estándar. Este proceso se efectúa para compensar las variaciones existentes en las diferentes escalas de medición de las variables fisicoquímicas analizadas.

Por último se aplica un modelo estadístico de ordenación (con base en una matriz de correlación) que analiza la matriz secundaria por filas y por columnas; esto es a nivel de sitios y de variables. Este método se conoce como "biplot" obteniendo una gráfica que ubica los diferentes puntos (sitios y variables) mediante coordenadas relacionadas con ejes "hipotéticos" que explican las variaciones de los datos (Digby & Kempton, 1987). Las coordenadas se determinan por el método de mínimos cuadrados ordinarios

(Johnson & Wichern, 1982).

En el caso del análisis biológico, en especial para el fitoplancton, se selecciona un método cualitativo de tipo clasificatorio. Se utiliza un análisis Q (por sitios) de la matriz secundaria de presencia-ausencia, utilizando el índice de afinidad de Dice (1945). La matriz se obtiene de una reducción donde se eliminan los géneros que se consideran escasos o que pertenecen a otras comunidades como fitoplancton y perifiton y donde su presencia en el muestreo es accidental.

Luego, se efectúa un procedimiento aglomerativo jerárquico politético por agrupación promedio (Lance & Williams, 1967). Con ello se obtiene el gráfico o dendrograma.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

-Fisicoquímicos:

En el anexo 2 se registran los datos obtenidos en los 27 diferentes sitios de muestreo (para la Q. de Arara, lago Tipisca 1 sobre el río Loreto Yacu se tienen dos datos), que corresponden a un período de aguas altas del río Amazonas (Febrero - Marzo de 1993). Como se comentó en un aparte anterior, se parte de la premisa que existen tres tipos básicos de aguas en la Amazonia central Brasileira (Sioli, 1967), clasificación que puede ser extrapolada a Colombia (Castro, 1989).

Las variables diagnósticas que nos permiten clasificar los ambientes trabajados dentro de la clasificación de Sioli son,

entre otras, el pH, la transparencia y la turbiedad. Estas junto a la conductividad, la acidez y la dureza (no analizada en este trabajo), en conjunto son consideradas por Margalef (1983) como variables de proporcionalidad constante; esto se debe a que sus valores dependen de las características "sui géneris" de la cuenca, como es la geología, los suelos y el grado de conservación de la vegetación.

Un elemento a considerar en los estudios tropicales, es la evidencia del aporte de nutrientes provenientes del agua de lluvia. Se conoce con cierto detalle este fenómeno para la Amazonia. Algunos autores consideran que para nutrientes como el Potasio, Nitrógeno, Fósforo y Calcio, existen importantes aportes provenientes del agua de lluvia, como ocurre en la cuenca del río Tefé en la Amazonia central brasilera (Leopoldo et al., 1982; Payne, 1986).

En la tabla 1 se incluye una aproximación a la clasificación de los ambientes acuáticos estudiados en el presente trabajo. El carácter Intermedio que se define en este trabajo para l/s ambientes mencionados en la tabla 1, se debe a que presentan diferentes condiciones con respecto a los sistemas de aguas Blancas y Negras que existen en el sector (Etter, 1992). Este patrón lo define el carácter "intermedio" con relación al pH, la transparencia y la turbidez.

Vale la pena aclarar que el ambiente acuático de tipo Intermedio mantiene estas condiciones durante todo el ciclo hidrológico (Duque & Bahamón, 1993). En algunas épocas y en las áreas de unión con el río Amazonas se presentan las llamadas por Rai & Hill

(1980), condiciones de aguas mixtas o mezcladas, producto de la unión de aguas Blancas con Negras.

Según Etter (1992) existen ecosistemas de aguas Claras para la zona del río Cotuhé (parte norte del Parque Amacayacu; ver figura 6). Para Duque (en prep. a,b), en el área del río Cotuhé hay pequeños sistemas lóticos dentro de la selva que son de aguas Claras (ver figura 9); el resto son ambientes de aguas Negras.

El resto de los ambientes que se mencionan en el anexo 2 y que no son registrados en la tabla 1, presentan características de aguas mezcladas por el efecto del río Amazonas, que para la época de muestreo estaba en período de aguas altas (ver fotos 1 y 2).

Este es el caso de los ríos Atacuari y Loreto Yacu, así como de los lagos de Tunda, Resaca y El Pan, que en épocas de aguas bajas del río Amazonas presentan características de aguas Negras (Duque y Bahamón, 1993).

Según Margalef (1983), el otro grupo de variables tiene que ver con el metabolismo del ecosistema, por lo que son influenciados por la actividad biótica del ambiente; se conocen como de proporcionalidad cambiante. Entre ellos podemos citar los gases, como el oxígeno disuelto y los nutrientes.

TABLA 1 Tipos de aguas encontrados en el sector colombiano del río Amazonas

| TIPO | CARACTERÍSTICAS | | EJEMPLOS |
|--------------------|------------------------------|--------------|---|
| | Valores máximos y Mínimos | | Sistemas muestreados |
| Blancas | pH: | 6.5 - 7.3 | Río Amazonas |
| | Transp. (m) | 0.10 - 0.30 | |
| | Turbid. (NTU) | 90.0 - 200.0 | |
| Negras | pH: | 4.8 - 6.0 | Q. Yahuaracaca, |
| | Transp. (m) | 0.31 - 1.50 | Lagos de Yahuaracaca, |
| | Turbid. (NTU) | 3.0 - 20.0 | L. San Juan de Socó, L. Garza Cocha, R. Bíoa Uassú, L. Tarapoto, Q. Tucuchira, Q. Beatríz. |
| Intermedias | pH: | 5.3 - 6.5 | Q. Mata-matá, L. |
| | Transp. (m) | 0.20 - 0.60 | Sabala, L. Julio, |
| | Turbid. (NTU) | 20.0 - 80.0 | Tipisca Amacayacu. |

En la figura 10 se visualiza el resultado del análisis estadístico utilizando la técnica multivariable de "biplot", en donde se relacionan los diferentes sitios de muestreo tomando en cuenta solo los datos superficiales. La figura superpone los ejes de las variables con los sitios de muestreo indicados por letras (de acuerdo al orden de presentación en el anexo 2; se comienza con letras minúsculas y continua con las primas o mayúsculas). Existe una clara diferenciación entre parámetros de proporcionalidad constante y cambiante. Por otro lado, la turbiedad se comporta como una variable aislada del resto. Los diferentes sitios de muestreo se ubican al lado izquierdo de la figura.

Otro tipo de análisis es observado en la figura 11. Aquí se tiene en cuenta los datos obtenidos a las diferentes profundidades, siendo necesario utilizar el promedio para obtener una matriz transformada. En este caso se eliminaron los valores de alcalinidad, acidez y salinidad; los primeros por solo tener datos superficiales y para el último por la escasa variación obtenida.

Nuevamente la turbiedad se aparta de los grupos principales. De la misma forma el sitio que corresponde al río Amazonas se encuentra aislado del resto. Esto coincide con lo planteado en la tabla 1 donde este es el único representante de las aguas Blancas en el área de estudio.

Las condiciones hidroquímicas de las aguas amazónicas permiten el desarrollo de una de las biotas acuáticas más diversas del mundo; no así su calidad para consumo humano como se demuestra en la tabla 2. Esto nos permite suponer que para este caso, los modelos

de contaminación y alteración del medio acuático no son aplicables.

Figura 9 Mapa detallado de los sistemas acuáticos trabajados por Duque (en prep.) en el sector del río Cotuhé (parte norte del Parque Nacional Natural de Amacayacu). Los puntos de muestreo corresponden a los ambientes lóticos y lénticos se mencionan en el mapa.

Figura 10 Relación de variables fisicoquímicas (tomando en cuenta solo los datos superficiales) con los diferentes sitios visitados en febrero-marzo de 1993 (para detalle ver anexo 2). Los ejes dibujados presentan una escala de valores que le permite al programa ubicar espacialmente a las variables fisicoquímicas y los sitios de muestreo.

Fotografía 1 Zona de confluencia entre aguas Negras y Blancas. Corresponde a la Tipisca 1 del plano de inundación del río Loretoyacu (Número de referencia del autor: Duque, 3667-mar/93)

Fotografía 2 Zona de confluencia en la desembocadura de la Quebrada Acará-Huacarí (Duque, 3609-Mar/93)

A este respecto, la tarea de la investigación futura es buscar otros indicadores, principalmente biológicos que puedan ser utilizados para definir el tipo de ambiente amazónico de acuerdo con los criterios utilizados en el presente estudio y que fueran planteados originalmente por Sioli (1967), como son ambientes de aguas Blancas, Negras, Claras; se adiciona el carácter Intermedio que se define en esta investigación.

Los indicadores también deben servir para definir posibles las modificaciones de tipo antrópico que e puedan generar en estos ecosistemas.

Uno de los casos más interesantes y controvertidos de la limnología es el estudio de la distribución estacional y espacial del oxígeno disuelto. Es común encontrar en ambientes tropicales y ecuatoriales de "tierras" bajas, temperaturas elevadas favoreciendo la segregación de capas de agua de diferente densidad, lo que genera la estratificación del sistema (Payne, 1986).

La diferencia térmica impide la renovación del oxígeno disuelto en las zonas profundas; el oxígeno es producido por la fotosíntesis en la zona eufótica o puede ser incorporado al sistema a través de la interacción agua - atmósfera. Por ello generalmente a una estratificación térmica se asocia una de oxígeno (Esteves, 1988b).

Al revisar la información obtenida en campo para el presente estudio, podemos apreciar un interesante comportamiento de la Temperatura y del oxígeno disuelto en relación con la profundidad

de muestreo (anexo 2). Existe una marcada disminución de estas dos variables en el primer y segundo metro de profundidad. A partir de allí la temperatura desciende lentamente hasta el fondo; entre la superficie y el sedimento se registran diferencias de solo 5 ° C. De todos modos, los datos nos permiten suponer que existe una verdadera estratificación térmica para el período de estudio que corresponde a aguas en ascenso.

Figura 11 Relación de variables fisicoquímicas (tomando en cuenta los valores promediados a diferentes profundidades) con los ambientes visitados en Febrero - Marzo de 1993 (para detalle ver anexo 2)

En el caso del oxígeno disuelto se aprecia, en la mayoría de los sitios, una marcada termoclina con tendencia a la anoxia cerca al sedimento (ver anexo 2). Incluso, algunos ambientes presentan valores bajos desde la superficie (ver datos del lago San Juan de Socó).

Un patrón característico encontrado en la época de visita a este lago, es la abundancia de zooplancton en la superficie; este hecho podría explicar, en parte la baja concentración de oxígeno disuelto encontrado en horas diurnas. De acuerdo con Hutchinson (1967), este comportamiento puede ser causado por la baja disponibilidad de alimento para el zooplancton, como es fitoplancton.

TABLA 2 Rango (máximos y mínimos) de las variables fisicoquímicas trabajadas en los "humedales" visitados en la orilla colombiana del río Amazonas y su comparación con las normas permisibles de estos parámetros para uso humano

| Variable | "humedal" amazónico | Norma permisible |
|---|----------------------------|-------------------------|
| pH | 4.92 - 7.01 | 5 - 8 |
| Temperatura (° C) | 24.1 - 29.3 | |
| Conductividad (mS/cm a 25 ° C) | 8.0 - 164.0 | menor de 250 |
| Alcalinidad total (mg/L de CaCO ₃) | 6.0 - 150.0 | menor de 50 |
| Acidez total (mg/L de CaCO ₃) | 10.0 - 50.0 | menor de 100 |
| Turbiedad (NTU) | 1.0 - 154.0 | menor de 50 |
| Salinidad (por mil) | 0.0 - 0.1 | 0 - 0.5 agua dulce |

De todos modos, en general se espera que los bajos valores de oxígeno disuelto en casi toda la columna de agua produzcan una disminución de la biota acuática, particularmente en la comunidad íctica.

Sin embargo, estos ambientes deficitarios de oxígeno soportan una riqueza y abundancia íctica difícil de explicar. Es así como Junk

et. al., (1983) registran en un estudio en el lago Camaleão cerca de Manaus (Brasil), 132 especies, de las cuales 40 son capaces de sobrevivir en condiciones de drástica disminución del oxígeno disuelto (cerca a 0.5 mg/L; ver figura 12).

Se listan adaptaciones de respiración aérea en algunos representantes de Erythrinidae, Osteoglossidae (en el Pirarucú), Callichthidae, Loricaridae, Symbranchidae, Electrophoridae, Cichlidae y Lepidosirenidae. Cambios morfológicos se aprecian en Serrasalminidae (palometa, gamitana negra y blanca), Characidae (en especies de los géneros *Brycon* y *Triportheus*) y Osteoglossidae (en la Arawana). La principal modificación morfológica es la amplitud del labio inferior (que está bastante irrigado) cuando las condiciones del oxígeno disuelto son bajas (Junk et al., 1983).

Junk et. al., (1983) también citan adaptaciones fisiológicas en Erythrinidae (*Hoplias malabaricus*) y el Pirarucú (Osteoglossidae).

Otra posible explicación de la presencia de bajos valores de oxígeno disuelto en las zonas profundas de los ambientes estudiados, se debe a la gran concentración de materia orgánica tanto autóctona y alóctona generada en el pasado período hidrológico de aguas bajas, época de condiciones limnológicas diferentes (Schmidt, 1972).

Los ambientes acuáticos amazónicos son considerados como sistemas polimícticos y oligomícticos, de acuerdo a las veces que presentan mezcla anual (Esteves, 1988b). Con respecto a la estacionalidad, el drástico cambio en el nivel de las aguas, la variación en el área de inundación y la relación con el río principal, determinan

en conjunto, el patrón limnológico característico para esos ecosistemas, como es el de ser sistemas de tipo alotrófico (Rai, 1978 en Payne, 1986).

Este comportamiento relaciona el cambio estacional en la productividad; para ambientes de la Várzea, Payne (1986) registra condiciones oligotróficas en aguas altas y eutróficas en bajas. En el Igapó el comportamiento parece variar en pequeños cambios de trofía cercanos a la oligotrofía (Duque y Donato, 1992a).

Figura 12 Condiciones del oxígeno disuelto para ambientes acuáticos de la Amazonia en períodos limnológicos contrastantes (Citado en Esteves, 1988b)

Un comportamiento especial y adicional al patrón comentado se observa indistintamente entre los meses de Junio - Agosto. Se conoce que el Arú o Friaje aparece en la llanura oriental de América del Sur para esta época; el viento frío proveniente de las altas latitudes meridionales son originados, por la ocurrencia, en esta época del año, del invierno austral. La duración del Friaje varia de 3 a 8 días (Mejía ,1982).

Como se observó, la mayoría de los ambientes amazónicos trabajados presentan una baja saturación de oxígeno disuelto. El efecto limnológico del Friaje rompe con esta estratificación al disminuirse la temperatura ambiental por algunos días, que en algunos casos puede llegar a 12 - 16 °C (Mejía, 1982); esto ocasiona la mezcla del ambiente acuático favoreciendo que las aguas profundas afloren llevando consigo compuestos reductivos

como los gases metano y ácido sulfídrico que son letales para la comunidad íctica (ver figura 12).

En la región se considera que en Friaje la temperatura del agua aumenta, por lo que ocasiona la mortandad de peces; el hecho real es que, en estas condiciones de Friaje existe una diferencia entre la temperatura del aire y del agua que se genera por el diferente calor específico que tienen estas dos capas. La mortandad de peces se debe exclusivamente a la presencia de estos gases reductivos.

-Fitoplancton:

En algunos de los ambientes visitados en Febrero - Marzo de 1993 se obtuvieron muestras de fitoplancton (para detalle ver anexo 3). Este estudio fue de carácter cualitativo llegando a determinar las diferentes poblaciones a nivel genérico; no se analizaron sus abundancias.

La comunidad de fitoplancton se desarrolla preferencialmente en ambientes de tipo léntico, por ello se trabajaron los lagos de Yahuaraca, Tarapoto, San Juan de Socó, Garza Cocha-Redondo, Julio, Sabala, Tipisca de Amacayacu, Tipisca 1 y 2 del río Loreto Yacu, Tunda, Resaca y El Pan (ver figura 8).

Adicionalmente se incluye el estudio del fitoplancton en algunos sistemas lóticos, que para el período de muestreo se encontraban en condiciones de represamiento (río-lago), debido al incremento del nivel en las aguas del río Amazonas. Entre ellos podemos citar las quebradas Pichuna (con dos puntos de muestreo), Pacatua y Beatriz (ver anexo 2 y figura 8).

El estudio permitió encontrar 34 géneros de algas pertenecientes a 7 clases diferentes, las cuales poseen características biológicas y ecológicas que las asocian con variaciones ambientales o ecosistemas diferentes (Duque y Donato, 1992^a; Ver anexo 3).

Aunque aquí se registran datos cualitativos a nivel genérico en la taxocenosis del fitoplancton, se conoce en parte la alta riqueza de especies presente en la región de estudio. Los trabajos de Donato (1987), Donato y Duque, (1992), Duque y Donato (1992a,b, en prep.), Duque y Bahamón (1993) y Duque (en prep. a,b,c) ejemplifican la anterior observación. Los estudios regionales sobre el fitoplancton amazónico también concluyen sobre la alta riqueza y diversidad de esta comunidad (Uherkovich, 1984), así como el posible centro de especiación para el grupo (Coesel, et. al., 1988).

El análisis numérico de las faenas realizadas en Febrero - Marzo de 1993 se visualizan en la figura 13. El dendrograma ubica los diferentes puntos de muestreo de acuerdo a la similitud encontrada entre ellos tomando en cuenta la composición del fitoplancton. En general, todos los ambientes presentan una semejanza del 30 % (0.7 de disimilitud en la figura 13) en la composición de las algas encontradas.

Debido a las condiciones de aguas en ascenso que se presentaron en el período de muestreo, se observan semejanzas entre algunos ambientes lénticos y lóticos; la estructura de la comunidad del fitoplancton es similar, con predominio de formas heterótrofas facultativas como son las Euglenophyceae (Duque, en prep. b; para

detalle ver anexo 2).

Debido a esto, el dendrograma presenta dos grupos principales: el primero incluye las Quebradas Beatriz, Pichuna y los Lagos de Tunda y Tipisca 1 (ver figura 13).

Para el caso de los dos Lagos, la influencia del río principal, que corresponde al Amazonas y Loreto Yacu respectivamente, produce el aumento de material alóctono donde predomina la materia orgánica. Este fenómeno es común en ambientes de la provincia de "tierras" bajas en Colombia (Donato, 1991; Duque y Donato, 1992a). Para el caso de la Amazonia colombiana, la presencia de material orgánico genera una composición fitoplanctónica con predominio de Cianofíceas y Euglenofíceas (Duque, en prep. a,b).

En el segundo grupo pueden distinguirse algunos subgrupos. Entre ellos están Tipisca de Amacayacu y Lago de Julio que son alimentadas por el mismo río; Lago El Pan (Isla Mocagua) y Tipisca 2 (Río Loreto Yacu); por último, se observa una cercana semejanza entre los ambientes lénticos de mayor tamaño y donde se presenta un menor efecto de los sistemas lóticos (Duque y Bahamón, 1993) como son los Lagos de Tarapoto, Resaca, Yahuaraca, Garza Cocha y Socó (ver figura 13).

Figura 13 Dendrograma de afinidades entre diferentes sitios de muestreo con respecto a la composición cualitativa del fitoplancton para detalle ver anexo 2; explicación en el texto)

La semejanza del 30% se debe al predominio de formas fotosintéticas autótrofas pertenecientes a las clases Zygothryxales, Chlorophyceae, Dinophyceae y en menor proporción Euglenophyceae y Cyanophyceae (ver anexos 2 y 3).

El restante 70% que incluye las diferencias encontradas en la figura 13, se debe a las variaciones de composición de las comunidades a nivel de géneros.

El nivel de resolución seleccionado para estudio en la comunidad del fitoplancton, tiene en cuenta el trabajo de Duque y Donato (1992a) que permite describir la ecología de las diferentes clases de algas que poseen representantes en ambientes continentales. La aproximación a nivel genérico da elementos para conocer las diferentes formas y estrategias de adaptación a los ambientes y a sus variaciones estacionales (Margalef, 1983; Reynolds, 1984).

Los estudios de fitoplancton adelantados son de tipo cualitativo y con una resolución taxonómica de géneros. Por lo anterior, no se obtiene la diversidad de la taxocenosis dentro del contexto ecológico; esto se debe a la falta de información cuantitativa y la definición de especies o morfoespecies. A su vez, se conocen las dificultades que lleva al uso de la diversidad como indicador ambiental (Odum, 1980; Duque y Donato, 1992a).

-Macrófitos:

Este trabajo describe la primera aproximación a la estructura de las comunidades de plantas acuáticas o macrófitos presentes en algunos ambientes de la orilla colombiana del río Amazonas. En el anexo 4 se listan 27 diferentes especies que representan cerca de 4 fisiotipos o forma de crecimiento. La clasificación tiene en cuenta el trabajo de Schmidt-Mumm (1988a) que es la primera contribución al tema en Colombia.

Se aclara que la investigación de Schmidt-Mumm no incluye observaciones directas sobre la cuenca amazónica colombiana; sin embargo, es común encontrar composición y estructura similar en las comunidades de macrófitos presentes en la provincia limnológica de "tierras" bajas (ver figura 14).

Los fisiotipos reportados para el Amazonas colombiano son:

- Planophyta, Acropleustophyta: Son plantas errantes, sin raíces o con ellas colgando en el agua, donde la parte superior está en contacto con la atmósfera; utilizan como fuente de carbono el CO₂ atmosférico (ver fotografía 3).

- Planophyta, Mesopleustophyta: Plantas enteramente sumergidas, entre dos aguas, algunas veces se posan sobre el fondo; utilizan el CO₂ del agua.

- Rhizophyta, Helophyta: Son plantas enraizadas en el sedimento con las partes vegetativas la mayor parte del tiempo por encima del agua. Algunos elementos pasan a la

vegetación terrestre.

- Rhizophyta, Ephydata: Son plantas que poseen hojas parcialmente en contacto con la atmósfera, usualmente no emergidas; pueden utilizar el CO₂ atmosférico.

Figura 14 Estructura de las comunidades de macrófitos presentes en los planos de inundación de la Amazonia (Citado en Esteves, 1988b)

Fotografía 3 Detalle de la vegetación de tipo Planophyta - Acropleustophyta en el caño que une las Quebradas de Arara y Tucuchira. En primer plano *Pistia stratiotes* y *Azolla microphylla* (Duque, 3599-feb/93)

Los macrófitos se desarrollan preferencialmente en todos los "humedales", que representan, dentro de la cuenca amazónica cerca del 20 % (Junk y Howard-Williams, 1984). Los tapetes o manchas de plantas acuáticas han sido considerados como un problema por las dificultades que genera su presencia para la navegación, pesca y utilización del recurso. A su vez, no poseen valor económico, aspecto este último que ha relegado su investigación y conocimiento.

Hoy en día se sabe que cumplen un papel fundamental en el ciclado de los nutrientes de los ambientes acuáticos (Margalef, 1983); por

ello, para la Amazonia, el biotopo de los tapetes flotantes conocidos en la región como los gramalotes presentan una alta tasa de producción, favoreciendo la presencia de comunidades de organismos asociados que se incorporan a las cadenas tróficas del medio acuático.

Por lo anterior, este biotopo es aprovechado principalmente, como recurso para la pesca ornamental, debido a la presencia de una alta riqueza íctica que lo utiliza como alimento o refugio. En la actualidad, la Universidad Nacional adelanta un estudio sobre la estructura íctica asociada a los gramalotes en el área del Trapecio Amazónico Colombiano; los resultados permitirán comprender la importancia del gramalote en la actividad pesquera de la región.

Las comunidades de macrófitos descritas, representan asociaciones de tipo Lacustre (Schmidt-Mumm, 1988b) que se encuentran en los diferentes lagos, tipiscas y cochas presentes en el área de estudio (ver figura 15). Las condiciones hidrológicas permiten que estos sistemas se conecten o deslignen del río principal, dependiendo de la época del año de acuerdo con Junk y Howard-Williams (1984); los macrófitos nunca cubren más del 30 % del espejo de agua. Su desarrollo se debe principalmente, al tipo de agua que determina la riqueza de nutrientes.

Los fisiotipos más importantes de la asociación Lacustre son Rhizophyta y en menor proporción Planophyta (ver anexo 4). Como ejemplos tenemos los lagos de Yahuaraca y Tarapoto.

Las condiciones fisicoquímicas anotadas para los ambientes

estudiados, como son la baja disponibilidad de nutrientes en la columna de agua, favorecen a los macrófitos cuyo fisiotipo está asociado con los sedimentos (Rhizophyta). Para las plantas flotantes como son las Planophyta - Acropleustophyta (anexo 4), solo pueden predominar cuando existe aporte superficial de nutrientes.

Las plantas enraizadas en el sedimento se encontraron preferiblemente en los lagos de Yahuaraca y Tarapoto como son *Caperonia castaenifolia*, *Polygonum cf. densiflorum*, *Paspalum sp.*, *P. repens*, *Ludwigia inclinata*, *L. helminthorrhiza*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Ipomaea aquatica*, entre otras.

El otro tipo de asociación presente en los "humedales" de la orilla colombiana del río Amazonas son el tipo Palustre (Schmidt-Mumm, 1988b). Esta asociación se caracteriza por su desarrollo en ambientes lénticos que tienden a secarse en algún período hidrológico del año, lo que favorece el crecimiento centrípeto del cinturón de macrófitos, reduciendo en algunos casos, el espejo de agua. Los ecosistemas que presentan esta asociación son, entre otros, los chuquiales o pantanos.

Figura 15 Distribución espacial de los macrófitos en ambientes amazónicos de tipo L!custrine (Citado en Esteves, 1988b)

La mayor trofía de estos últimos favorece el predominio de las plantas acuáticas de tipo Planophyta, principalmente Acropleustophytas (ver anexo 4). Este el caso de los lagos de Tunda, Pozo Hondo, Caño Paraná y laguna Guaduales. También algunos de los lagos de la Isla de Ronda, Mocagua, Corea y el Caño Paraná presentan esta asociación (figura 8). Las especies encontradas son *Lemna aequinoctialis*, *Wolffiella* sp., *Salvinia auriculata*, *Ricciocarpus natans*, *Spirodela* cf. *intermedia*, *Azolla* cf. *microphylla*, *Limnobium laevigatum*, *Ceratopteris pteridoides*, *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes* y *Victoria amazonica*.

Algunos lagos y tipiscas no poseen un desarrollo importante de macrófitos (ver fotografía 4); solo se evidencia, en época de aguas altas, el desarrollo de una asociación de plantas compuesta principalmente por Planophytas - Acropleustofitas; entre ellas podemos citar a ***Utricularia foliosa*** (ver fotografía 5). Este fenómeno es observado en los lagos de Garza Cocha - Redondo (ver fotografía 4), San Juan de Socó, Yahuaraca y Tarapoto. Para otros, como Lago de Julio, Lago de Sabala (ver fotografía 6) y Tipisca (los 3 últimos presentes en el plano de inundación del río Amacayacu) no se evidencia presencia de macrófitos.

-Bosque inundable:

No existen trabajos que describan en forma detallada las formaciones de bosque inundable presentes en el sector del río Amazonas en Colombia. La mejor aproximación puede verse en el anexo 1 y la figura 6 (Etter, 1992). Por esto se prefiere utilizar una clave que nos permita acercarnos a su comprensión. El trabajo de Encarnación (1985), realizado en la Amazonia Peruana plantea

modelos de estructura florística que pueden encontrarse en la parte colombiana.

En los sistemas acuáticos ubicados en la planicie Amazónica reciente (ver figura 2) se presenta una interdependencia entre el cauce meandrítico de los ríos y la inmadurez topográfica del paisaje, lo que genera accidentes geográficos como barrancos, playas o arenales, barriales, estirones, cochas, tipiscas, sacaritas, caños, islas, entre otros (Encarnación, 1985).

Las drásticas variaciones en el caudal ocasionadas por el cambio de nivel de las aguas producen deslizamientos en las riberas laterales (formación de barrancos), mientras que en el lado opuesto, con pendientes más suaves se forman barriales y playas producto de la depositación de limo y arena. Este proceso genera con el tiempo, estrangulamiento del cauce de la corriente originándose las tipiscas o cochas (Encarnación, 1985).

Fotografía 4 Detalle de la zona de aguas libres en el lago Garza Cocha - Redondo, sistema de aguas Negras (Duque, 3641-mar/93)

Fotografía 5 Tapetes de *Utricularia foliosa* en el caño de unión del río Loreto Yacu con el lago San Juan de Socó (Duque, 3677-Mar/93)

Fotografía 6 Vista general del lago de Sabala ubicado en el plano de inundación del río Amacayacu (Duque, 3617-mar/93)

Asociados a estos paisajes se encuentran bosque de bajial (ver fotografía 7) que pueden dividirse en dos: con inundación periódica o permanente. Dentro de los bosques con inundación periódica tenemos (Encarnación, 1985):

- Bosque ripícolas o Tahuampas (término Peruano) alimentados por sistemas de aguas Negras (ver fotografía 8).

- Bosque de Tahuampa (alimentados por aguas Blancas de tipo lótico). Se refieren a los bosques de Várzea que menciona Prance (1979).

- Vegetación de barrial (suelos con depósito de limo)

- Vegetación de playa (suelos con depósito de arena)

- Bosque de restinga

Para los bosques con inundación permanente encontramos los aguajales o cananguchales con predominio de palmas (principalmente *Mauritia flexuosa* y otras asociadas como el asaí *Euterpe precatoria* y el cananguchillo *Mauritiella aculeata*). La otra formación corresponde a los pungales o aningales donde se desarrollan formaciones de *Montrichardia arborescens*. Ambas formaciones son comunes de encontrar en las orillas de los lagos internos presentes en las islas del río Amazonas como Ronda, Corea y Mocagua (ver fotografía 9 y 10).

Un poco más alejado del plano de inundación, se encuentran las formaciones del terciario con las planicies disectadas (6er anexo

1) donde se asocian los llamados bosques de altura (Encarnación, 1985).

Fotografía 7 Bosque inundable presente en el lago Sacambú ubicado en el plano de inundación del río Atacuari (Duque, 3630-mar/93)

Hoy en día se discute sobre cual formación, la de bajial o de altura es la más diversa en especies (ver fotografías 11 y 12).

Trabajos adelantados por Walschburger et. al. (1990) en el Parque Nacional Natural del Cahuinari, demuestran que estos bosques tienen una alta diversidad, contrario a las ideas planteadas con anterioridad por varios investigadores.

Estos autores incluso llegan a diferenciar en estructura, hasta 4 tipos de bosque inundable; rebalse muy bajo con una inundación de 9 a 12 meses, rebalse bajo entre 6 y 9 meses, rebalse medio que permanece inundado entre 3 y 6 meses y rebalse alto de 1 a 3 meses.

Se espera que algunas investigaciones adelantadas por la Universidad Nacional, en particular en la Isla de Mocagua (en la actualidad se adelantan la cuantificación y uso de su vegetación y su análisis estructural y florístico), así como en el Parque Nacional Natural de Amacayacu (se adelanta la Flórula del Parque en asocio con el Jardín Botánico de Missouri), nos permita completar, variar o incluir la clasificación de Walschburger et. al. (1990) en la aproximación de las formaciones vegetales de la planicie amazónica reciente presente en la orilla colombiana del

río Amazonas.

Otro punto importante a tener en cuenta es el posible papel que juegan los bosques inundables en la productividad de los sistemas acuáticos amazónicos. Se sabe con cierto detalle como las principales poblaciones de peces presentan una estructura trófica dependiente principalmente del aporte alóctono.

Fotografía 8 Detalle del canal del río Boia Uassú, sistema de aguas Negras (Duque, 3640-mar/93)

Fotografía 9 Detalle de la orilla del lago El Pan (Isla Mocagua. Se aprecia *Victoria amazonica* y la aninga *Montrichardia arborescens* (Duque, 3701-mar/93)

Fotografía 10 Detalle del bosque inundable que une al lago La Resaca con el lago El Pan en la isla Mocagua (Duque, 3707-mar/93)

Fotografía 11 Zona de aguas libres y bosque inundable en el lago San Juan de Socó (de aguas Negras). Pertenece al plano de inundación del río Loreto Yacu (Duque, 3678-mar/93)

Fotografía 12 Detalle del bosque inundable del río Loreto Yacu a la altura del poblado de Tipisca (Duque, 3658-mar/93)

El origen de este material proviene del bosque amazónico en forma de hojas, semillas, frutos, flores y animales (principalmente artrópodos) que caen al agua (Adis, 1984). Los trabajos de Goulding (1980) y Goulding et. al. (1988), demuestran esta apreciación. Para la Amazonia colombiana, Walschburger et. al. (1990) comprueban el importante papel que cumple el bosque inundable en la riqueza y productividad íctica de los ambientes acuáticos de la Amazonia.

- **Peces:**

Este aparte del trabajo tiene en cuenta la información secundaria que analiza, en alguna medida, el área del Trapecio amazónico colombiano.

Hoy en día se acepta que la cuenca amazónica es la más rica del mundo en peces de agua dulce; algunos trabajos mencionan cerca de 1200 a 1400 especies (Géry, 1984). Con excepción de los Cyprínidos, los demás grupos con representantes en el agua dulce se encuentran en la Amazonia (para detalle ver anexo 5).

Varias explicaciones se han planteado para explicar la gran riqueza íctica de la región; entre ellas podemos citar la dinámica de la cuenca con ciclos hidrológicos estacionales muy marcados (diferencia de hasta 10 m en la vertical entre el período de aguas bajas y altas; Junk, 1980). Otra característica se debe al comportamiento como una cuenca abierta que permite la migración, en ambos sentidos de la fauna íctica, incrementándose de esta manera la riqueza de las poblaciones (Géry, 1984).

En el terciario, la región presentaba un gran lago que favoreció la llamada especiación "explosiva". Por último, el gran tamaño del área de inundación que alcanza a los seis millones de kilómetros cuadrados, es sin lugar a dudas la característica más importante para asegurar la diversificación y especiación íctica.

La heterogeneidad de la cuenca amazónica supone que la riqueza íctica de sectores como el Trapecio amazónico en Colombia se acercan al 10 o 15 % del total. Los escasos inventarios realizados en la Amazonia colombiana registran 241 especies para el río Caquetá (Castro y Arboleda, 1988; Rodríguez, 1990) y cerca de 100 especies para el Putumayo (Castro, 1990).

Para el sector de la orilla colombiana del río Amazonas, no existen inventarios completos sobre la fauna íctica; algunas aproximaciones efectuadas por Ramírez (1986), Prada (1987) y Castro (1987) nos permiten pensar en valores cercanos a 200 - 250 especies de peces.

De estos trabajos cabe resaltar el de Castro (1987) que registra para el comercio de Leticia, 52 especies de consumo y cerca de 59 con importancia ornamental. Algunos tienen comercialización para ambos renglones como es el caso de la Arawana, el Carahuassu, entre otros.

En un estudio que adelanta en la actualidad la Universidad Nacional sobre la estructura íctica asociada a los gramalotes se reconocen cerca de 80-100 especies (Jimenez, en ejecución).

Las recientes investigaciones se centran en conocer la autoecología de las especies que tienen alguna importancia económica, bien sea para consumo o para la pesca ornamental. Sin embargo, esto hace suponer que la información sobre la biología de las especies de peces de la Amazonia colombiana queda relegada a muy pocas (Castro, 1992). El mayor número de especies ícticas no se tiene, ni se tendrá en los próximos años, conocimiento alguno que nos permita trazar pautas para su manejo y conservación.

Con respecto a la productividad del recurso pesquero, para la cuenca del Amazonas se registran datos cercanos a novecientos mil toneladas al año (Valderrama, 1989); en Colombia se tienen registros cercanos a las seis mil toneladas /año (Castro, 1992). Gran parte de esta producción es acopiada en Leticia y proviene de los sectores vecinos de Perú y Brasil (representa cerca del 70 % de este total).

Las artes de pesca artesanales y semi-industriales que se utilizan solo alcanzan a recoger doscientas mil toneladas al año (Valderrama, 1989). En lo que atañe a la pesca ornamental, el mismo autor menciona valores cercanos a veinte millones de individuos.

La productividad de la Várzea o plano de inundación de los ríos de aguas Blancas se acerca a 13 Kg. ha/año, mientras que para el Igapó o plano de inundación de los ríos de aguas Negras es de apenas 5.2 Kg. ha/año (Valderrama, 1989).

-Fauna mayor:

En este aparte analizaremos brevemente el conocimiento sobre las poblaciones de anfibios, reptiles y mamíferos asociados a los ambientes acuáticos amazónicos. Best (1984) registra cerca de 100 especies de anfibios, un número indeterminado de reptiles y 6 de mamíferos acuáticos.

Los elementos de esta fauna mayor se encuentran en diferentes niveles de la cadena trófica en los ambientes acuáticos amazónicos. Por esto la importancia de su presencia para el equilibrio del ecosistema. Como ejemplos podemos citar al manatí (*Trichechus inunguis*) y el capibara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) que se alimentan de plantas acuáticas, controlando de esta forma sus abundancias (Best, 1984).

Otros como las tortugas del género *Podocnemis* se alimentan de plantas acuáticas y algunas semillas del bosque inundable.

Como predadores de niveles tróficos superiores están las nutrias (*Pteronura brasiliensis* y *Lutra enudris*), los delfines (*Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis*) y los caimanes y babillas (especies de los géneros *Melanosuchus*, *Caiman* y *Paleosuchus*; Best, 1984). Hoy en día se acepta que algunas de estas poblaciones de predadores determinan en gran parte el ciclado de los nutrientes en los ecosistemas acuáticos amazónicos (Fittkau, 1970).

7- SINTESIS

En la orilla colombiana del río Amazonas se encuentran ecosistemas acuáticos de tipo léntico (ver fotografía 13) y lótico (ver fotografía 14). Los primeros, en su totalidad son el producto de

la actividad fluvial. Existen lagos de herradura que corresponden a brazos o meandros abandonados del río (Esteves, 1988b). Ejemplos son los lagos de Julio, Sabala y Tipisca ubicados sobre el río Amacayacu.

Otro tipo son los lagos de barrera que se forman por el aislamiento de un plano inundable con respecto al cauce principal del río. Entre estos podemos mencionar el lago de Tunda, laguna Guaduales y lago de Arara.

Un tercer tipo son los lagos de inundación pertenecientes a la Várzea y al Igapó. Su principal característica es la gran variación en el nivel de sus aguas (Esteves, 1988b). A este tipo pertenece los lagos de las Islas de Ronda, Corea, Micos, Mocagua, Tipisca 1 y 2 así como San Juan de Socó pertenecientes estos últimos al plano de inundación del río Loreto Yacu. También están los lagos de Sacambú (río Atacuari) y Garza Cocha-Redondo (río Boia Uassú). Es posible que los sistemas de lagos de Yahuaracaca y Tarapoto tengan un origen conjunto como lago de inundación y lago de meandro. Para el sector del río Cotuhé (parte norte del Trapecio amazónico), Duque (en prep. a) registra lagos de tipo meandrítico.

Con respecto a los sistemas lóticos presentes en la orilla colombiana del río Amazonas, se encuentran ríos (Amazonas, Amacayacu, Loreto Yacu, Boia Uassú, Atacuari) y pequeñas quebradas o caños (como Yahuaracaca, Beatriz, Pichuna, Pacatua, Tucuchira, Arara, Mata-matá, entre otras).

Fotografía 13 Cuerpo principal del sistema de lagos de Tarapoto que corresponde a un ambiente de aguas Negras (Duque, 3686-mar/93)

Fotografía 14 Quebrada de Arara con aguas Intermedias. Tomada varios kilómetros aguas arriba de su desembocadura con el Amazonas (Duque, 3592-mar/93)

Como se mencionó en el aparte anterior, en la región se encuentran los tipos básicos aguas Blancas y Negras. Se destaca la presencia del tipo Intermedio. Para ambientes de aguas Claras solo se observan en pequeños arroyos dentro de las selvas de altura. Etter (1992) describe este sistema para sectores del río Cotuhé (ver figura 6 y anexo 1); sin embargo, Duque (en prep. a,b) solo registra ambientes de aguas Negras (ver figura 9).

El patrón fundamental de los sistemas presentes en la región de estudio es la drástica variación en el nivel de las aguas y en el área de inundación (ver figura 16). Este fenómeno permite establecer, según Melack y Fisher (1990), modelos aproximativos a su comportamiento limnológico.

Las aguas amazónicas, así como otras del neotrópico pueden diferenciarse del resto del trópico y de las de otras latitudes en la composición de algunos compuestos. Entre ellos se destacan las relaciones de sodio/calcio + sodio y Cloruro/ bicarbonato + cloruro (Gibbs, 1970). Los ambientes acuáticos amazónicos en general presentan una baja concentración de sales; poseen una

mayor proporción de sodio y cloruro con respecto al calcio y al bicarbonato. Los valores de conductividad obtenidos en los ambientes estudiados, nos permite concluir sobre su bajo grado de mineralización (valores entre 8.0 y 164.0 mS/cm a 25 ° C).

Figura 16 Comportamiento general de un río amazónico de aguas Blancas y su relación con el plano inundable. A. época seca. B. época lluviosa (Adaptado de varios autores)

Para lagos tropicales, Payne (1986) cita la clasificación de Talling y Talling (1965) que ha sido aplicada para ambientes africanos. Ellos diferencian tres tipos básicos de lagos de acuerdo al valor de la conductividad. La clase I posee un rango hasta los 600 mS/cm; la II entre 600 y 6000 y la III por encima de este último valor.

Todos nuestros sistemas amazónicos pertenecen a la clase I. Este hecho ratifica una vez más la necesidad de generar clasificaciones que tengan en cuenta las características especiales de estos ecosistemas.

La estacionalidad, entendida como el cambio en el nivel de las aguas y el área de inundación, es el factor común a los sistemas presentes en la provincia de "tierras" bajas (ver figura 16). Este hecho produce, en los sistemas amazónicos, cambios en la trofía (sistemas alotróficos de acuerdo con Rai, 1978 en Payne, 1986).

Para el período de aguas altas, el aporte de material orgánico principalmente de tipo alóctono se incrementa favoreciendo el desarrollo de las comunidades de productores primarios como las algas (particularmente el fitoplancton, ticoplancton y perifiton; Duque y Donato, 1992a) y los cinturones de plantas acuáticas (Junk y Howard-Williams, 1984). En este período se comportan como sistemas de lago-río.

Este enriquecimiento produce condiciones favorables para la reproducción de la mayoría de las poblaciones de peces. Al mismo tiempo, aunque se mantiene la estratificación térmica, la renovación de aguas favorece el incremento del oxígeno disuelto y con ello las condiciones para el óptimo desarrollo de la biota acuática (Welcomme, 1979; Junk, 1984; Melack y Fisher, 1990).

En contraste, para el período de aguas bajas las condiciones se vuelven extremas debido en parte a la disminución del nivel de agua y reducción del área de inundación. En los pantanos y chuquiales el espejo de agua tiende a desaparecer al ceder terreno a los macrófitos. En este momento, los sistemas se estratifican térmica y químicamente generando sustancias reductivas letales para la biota acuática. En estas condiciones, las diferentes poblaciones migran al río o presentan estrategias para soportar el período desfavorable (Welcomme, 1979; Junk, 1984; Melack y Fisher, 1990).

El otro patrón característico de estos ambientes lénticos de la Amazonia es la esporádica presencia del Arú o Friaje cuyos efectos fueron comentados en el aparte anterior.

Con respecto a los sistemas lóticos, principalmente los de pequeño tamaño, cambian sus condiciones con lluvias locales y variaciones hidrológicas de la cuenca. Por esto en algunas épocas del año se comportan c/mo sistemas de río-lago (condición presentada por los ambientes visitados en Febrero -Marzo de 1993; ver fotografía 15).

Lo anterior nos permite determinar para los ambientes acuáticos de la Amazonia, patrones de comportamiento diario, anual y multianual, lo que complica aún más su entendimiento. Parece que el patrón diario presenta, en promedio, cambios más drásticos que el anual (Melack, 1979). El corto tiempo de muestreo de estudios como el presente, no permite dar elementos para describir el patrón multianual; se conoce con cierto detalle como el patrón multianual afecta a las pesquerías que poseen pulsos de producción con rangos de tres a cinco años.

8- ESTRATEGIA REGIONAL PARA LA CONSERVACION DE LOS HUMEDALES

Las únicas aproximaciones al tema de los "humedales" en Colombia se encuentran en Naranjo (1986) y UICN-INDERENA (1992). Ambos describen brevemente la problemática y como conclusión plantean la necesidad de adelantar acciones conjuntas para detener su acelerado proceso de destrucción. Para el caso particular de los ecosistemas acuáticos de la Amazonia colombiana, Donato (1991) menciona problemas de sobreexplotación pesquera y tala indiscriminada de bosques.

El otro gran problema que se tiene, como lo demuestra este estudio, es el vacío de información sobre aspectos de biología,

ecología y socioeconomía asociados a los "humedales" amazónicos.

Junk (1989) reconoce la importancia de entender y utilizar los planos inundables de los ríos amazónicos desde la diversificación de sus potencialidades. Para ello hay que replantear métodos y técnicas de extracción y búsqueda de aprovechamiento de la diversidad biótica presente.

El trabajo de UICN-Perú (1992) nos permite entender la complejidad del problema para generar una estrategia de conservación en sectores, donde el área de los "humedales" es de gran magnitud y donde la mayoría de los asentamientos humanos se relacionan estrechamente con estos ambientes.

Como herramienta de trabajo para desarrollar una estrategia regional para la conservación de los "humedales" en el Departamento del Amazonas y en particular los presentes sobre la orilla del río Amazonas, se realizará una evaluación ambiental que pueda identificar, valorar e interpretar las diversas relaciones existentes entre los componentes del sistema (entendido este como la totalidad de los factores que intervienen en su funcionamiento).

Lo anterior nos permite tener las bases necesarias para plantear medidas de control y manejo; esto se logra con un esquema de gestión, obligatoriamente interinstitucional e interregional involucrando de esta forma, aspectos técnicos, administrativos, sociales, económicos y culturales.

La metodología para visualizar estas relaciones se logra mediante

la construcción de una matriz que categorice los impactos sobre los diferentes componentes que son susceptibles de ser afectados en el sistema.

Para esto seguimos la metodología planteada por la Universidad Nacional (1992) que establece 6 características y sus categorías valorativas. La primera se refiere a la magnitud, que establece la importancia del impacto en cuanto a muy importante, importante, poco importante y sin importancia. El carácter genérico del impacto puede ser adverso o benéfico.

Fotografía 15 Quebrada la Beatriz en época de comportamiento río-lago (o represamiento en su desembocadura). Corresponde a un sistema de aguas Negras (Duque, 3579-feb/93)

La probabilidad de ocurrencia establece si la incidencia del impacto es alta, media o baja. La otra característica tiene en cuenta el tipo de acción que puede ser directo o indirecto.

Con respecto a la proyección en el espacio, se puede diferenciar el local o el extensivo. Por último, la proyección en el tiempo diferencia condiciones temporales o permanentes (Universidad Nacional, 1992).

Una vez construida la matriz, la siguiente etapa del trabajo consiste en profundizar en aquellas relaciones que son calificadas

dentro de la primera característica como importante y muy importante. El presente estudio pretende conocer este tipo de relaciones; a partir de aquí, el trabajo queda en manos de las entidades encargadas como son GOBERNACION DEL AMAZONAS, MUNICIPIOS de LETICIA y PUERTO NARIÑO, INDERENA, INPA y otras instituciones gubernamentales y no gubernamentales que trabajen en pro de la conservación de la Amazonia colombiana.

En la Tabla 3 se registra la matriz de evaluación del uso actual de los "humedales" en el área del Trapecio amazónico colombiano, en particular los de la orilla del río Amazonas.

Colombia como miembro de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza ha dado los primeros pasos para trazar políticas de manejo y conservación de sus "humedales". Es así como se organizó el primer encuentro (UICN-INDERENA, 1992). Parte de las conclusiones de este taller es elaborar un borrador de propuesta para trazar una estrategia nacional de conservación.

Adelantándonos un poco a los acontecimientos, y tomando en consideración todo lo expuesto en este trabajo y en el documento de UICN-Perú (1992), a continuación plantearemos algunos elementos que permitan trazar planes de conservación para los "humedales" del Departamento del Amazonas.

Los objetivos del plan son, entre otros:

- Impulsar la conservación y el uso sustentable de los tabla 3

"humedales" como un aporte al desarrollo integral de la región.

- Valorar el papel de los "humedales" en el bienestar de los pobladores locales.

- Impulsar los mecanismos participativos necesarios para su conservación.

Las acciones del plan son, entre otras, investigación, planificación, manejo y desarrollo sustentable, legislación, educación y por último cooperación. A continuación explicaremos brevemente cada una de estas acciones.

- Investigación: Debido a lo disperso de las investigaciones, a la falta de una política y criterio de investigación sobre el tema, consideramos más prudente adelantar algunas tareas que permitirán en última instancia, tener un marco lógico de conocimiento el cual servirá para los planificadores y las personas que toman las decisiones. Primero debe efectuarse un inventario exhaustivo que permita cuantificar los ambientes acuáticos presentes en el área. Como segundo paso es necesario conocer la estructura biótica de los "humedales" y su relación con los factores ambientales. Aquí vale la pena mencionar la necesidad de crear clasificaciones que amplíen las ya existentes o generen nuevas, tomando en cuenta las características analizadas.

Es necesario establecer criterios de valoración de los

"humedales" dentro de un contexto social, económico y cultural, fruto de la diversidad étnica presente en la región. En forma paralela cuantificar los procesos de utilización actual y el grado de alteración y posible deterioro de los ecosistemas.

Un elemento importante y que generalmente es olvidado, se refiere a la recuperación y optimización de tecnologías utilizadas por los pobladores en el manejo de los humedales.

Por último debe crearse un sistema regional de información sobre los "humedales" del Departamento del Amazonas, el cual debe estar ligado al sistema nacional y poseer un comité técnico de carácter interdisciplinario; allí deben participar todas las fuerzas políticas, sociales y económicas de la región.

Las entidades financiadoras de estos trabajos pueden ser COLCIENCIAS, Fundación para la Educación Superior (FES) e ICFES; también se pueden buscar recursos por Cooperación Técnica Internacional. Para la ejecución pueden participar Universidades públicas y privadas, así como organizaciones no gubernamentales.

El apoyo de instituciones de tradición en el campo amazónico dará respaldo técnico al programa de investigaciones (como el INPA en Manaus, Emilio Goeldi en Belem, Brasil; La UNAP y el IAP en Iquitos, Perú, entre otros).

Se realza el papel de la entidad que en un futuro tenga a su cargo la administración de los recursos naturales en el

Departamento del Amazonas.

- Planificación: Como primer punto es necesario la creación de una red de información para la planificación, resaltando su importancia biológica y socioeconómica en el desarrollo regional.

Para lograr este propósito se recomienda identificar entidades y organizaciones de carácter científico, tecnológico y conservacionista que puedan trabajar conjuntamente mediante convenios de cooperación. La participación de organizaciones comunitarias organizadas es esencial para el éxito de la red.

Un valioso intento fue desarrollado por el CORPES de la Amazonia (1991); sin embargo, el tema de los "humedales" no es tratado con la profundidad de su importancia en el contexto social y económico de la región.

Los primeros pasos deben nacer de las diferentes comunidades asentadas en el área, mediante la identificación de promotores locales.

El papel de las oficinas regionales de planificación y apoyo a la participación comunitaria es fundamental para trazar planes de capacitación y participación organizando para ello reuniones, talleres o seminarios.

Con esta metodología se facilita la evaluación de problemas

y la selección de acciones y alternativas para conservar los "humedales".

- Manejo y desarrollo sustentable: Al conservar los "humedales" debe obtenerse beneficios para las poblaciones asentadas en la región; con esta premisa se comienzan a elaborar los planes integrales de conservación.

El comité técnico juega en este proceso un papel fundamental al colaborar en la elaboración de los planes de manejo; con ello se consiguen los criterios técnicos que necesitan los planificadores y las personas o entidades que toman las decisiones.

La incorporación o apoyo a técnicas tradicionales en el manejo racional de los humedales, permite ampliar las áreas piloto o experimentales de manejo.

El conocimiento de la biota amenazada de extinción, en particular las que generan un aprovechamiento económico a los pobladores del área, deben tener prioridad en el manejo y recuperación de sus poblaciones nativas; entre estas estrategias podemos citar la zootecnia, piscicultura para el caso de animales y el de invernaderos y bancos de semillas para elementos del bosque.

- Legislación: Colombia tiene la fortuna de contar con herramientas legales para la administración y conservación de sus recursos naturales renovables y no renovables. El código nacional de los recursos y en los últimos tiempos, la

promulgación de la nueva constitución, muestran a Colombia como un país abanderado en normas y leyes ambientales.

Sin embargo, en sectores donde la presencia del Estado es exigua, deben buscarse estrategias para garantizar el cumplimiento de la normatividad ambiental. Por ello es necesario el acercamiento de las entidades de administración de los recursos naturales con las organizaciones no gubernamentales para generar dispositivos legales en torno a la conservación de los recursos naturales renovables.

También existe la necesidad de crear normas de carácter localo regional, transitorias o permanentes; este trabajo es competencia de los legisladores regionales (Concejos y Asambleas).

Otro punto de fundamental importancia es revisar la legislación ambiental de países vecinos y en lo posible trazar acciones conjuntas de manejo y conservación.

El ordenamiento territorial es de suma importancia, en especial en sectores donde no está claro los límites jurídicos de los "humedales" y la normatividad cualitativa o cuantitativa de su posible utilización.

Al mismo tiempo es necesario ordenar las diferentes competencias que sobre el tema tienen diferentes entidades del Estado de carácter central, regional o local; la duplicidad de funciones agobia el trabajo de planificación y legislación.

- Educación: La única herramienta para asegurar el éxito de la gestión y el manejo de l/s "humedales", está en la capacidad de generar un cambio de actitud en las personas en torno a los recursos naturales; por esto la educación de tipo ambiental formal e informal debe implementarse en todos los niveles de la educación. Como lo menciona Ortiz (1989 "la enseñanza que no logre hacer ver las interacciones entre el hombre y el medio ambiente en el cual está inserta su vida cotidiana, que no desarrolle una conciencia crítica con juicios de valor, que no mueve al compromiso, no sólo es irrelevante sino, además, mutilante".

La capacitación debe darse a todos los niveles de la sociedad; en particular a las personas que toman decisiones, a los profesionales y a los promotores comunitarios.

- Cooperación: La adhesión a la Convención de Ramsar presupone la selección de "humedales" colombianos que presenten en la actualidad un alto deterioro y que tengan una ornitofauna de importancia que esté amenazada de extinción. El o los "humedales" que queden en la lista de Ramsar tendrán un mayor apoyo nacional (parte de la contrapartida del país de origen), así como internacional, en particular de países del hemisferio norte con ornitofauna migratoria que visite ambientes acuáticos en Colombia. La Ciénaga Grande de Santa Marta reúne las anteriores premisas. Por esto será la primera de la lista en Ramsar (UICN-INDERENA, 1992).

Naranjo (1986) particulariza sobre los "humedales" amazónicos presentes en el área del Parque Nacional Natural de Amacayacu. Por la escasa intervención, este autor considera a estos ambientes como sitios de importancia para su conservación, en parte debido a la posible similitud con otras regiones de la Amazonia colombiana.

Sin embargo, es posible que dadas las características políticas y económicas de la región amazónica, el apoyo del Estado no aumente; por esto se hace más prioritario la búsqueda de una acción conjunta de todas las fuerzas vivas de la región para trazar y lo que es más importante, aplicar una política regional para la conservación de los recursos naturales renovables, entre ellos los "humedales". Intentos anteriores demuestran que la acción conjunta puede vencer al escepticismo individual.

El plan que aquí se presenta da los lineamientos para poder llegar a plantear una verdadera estrategia de conservación de los "humedales" del Departamento del Amazonas.

La soberanía de un país se mide en la capacidad de manejar sus propios recursos; Colombia es afortunado en ser uno de los países de mayor megadiversidad del mundo. En los "humedales" se asocia una buena parte de esta riqueza. De ahí la importancia de su conocimiento y conservación.

9. REFERENCIAS

- Adis J.** 1984. in Sioli (ed.) Seasonal igapó forests o Central Amazonian blackwater rivers and their terrestrial arthropod fauna. In: The Amazon. Dr. Junk Publishers, Boston. 245-268.
- Anagnostidis K. y J. Komárek** 1988 Modern Approach to the classification system of Cyanophytes 3- Oscillatoriales. Arch. Hydrobiol. Suppl. 80(1-4):327-472
- Andrade G., A. Hurtado y R. Torres (eds.)** 1992. Amazonia colombiana, diversidad y conflicto. COLCIENCIAS-CONIA-CEGA, Santafé de Bogotá.
- Best R. C.** 1984. In Sioli (ed.). The aquatic mammals and reptiles of the Amazon. In The Amazon. Dr. Junk Publishers, Boston 371- 412
- Brandorff G.,** 1978. Ppreliminary comparison of the crustacean plankton of white water an d a black water in central Amazonia. Verh. Internat. Verein. Limnol. 20:1198-1202
- Camargo A. F. y R. K. Miyai** 1988. Caracterização limnológica do lago Curuçã: lago de Varzea do rio Tromberas (aguas claras), Pará. Acta Limnol. Brasil. 2: 153-180.
- Castro D.** 1987. Los principales peces comerciales de consumo y de uso ornamental de Leticia, Colombia. Bol. Fac. Biol. Mar. U.J. T.L. 7: 8-13.
- Castro D. y A. Arboleda** 1988. lista preliminar de los peces del río Caquetá, Colombia. Boletín Facultad Biología Marina U.J.T.L. 8:7-14
- Castro D.** 1989. Caracterización resumida de los tipos de aguas de la Amazonia. En: Menorias del Simposio Internacional de Investigación y Manejo de la Amazonia. Biblioteca Andrés Posada Arango, libro 1, INDERENA. Bogotá.
- Castro D.** 1990. los peces del río Putumayo, sector de Puerto Leguizamo. Corporación Autónoma Regional del Putumayo (CAP). Mocoa, Putumayo. (inérito)
- Castro D.** 1992 en Andrade et.al. (eds.) La pesca de la Amazonia

colombiana. En: Amazonia colombiana, diversidad y conflicto. COLCIENCIAS-CONIA-CEGA, Santafé de Bogotá. 256-281.

- Coesel P. F. M., S. R. Duque y G. Arango** 1988. Distributional patterns in some neotropical desmid species (Algae, Chlorophyta) in relation to migratory bird routes. Rev. Hydrobiol. Trop. 21(3):197-205
- CORPES de la Amazonia** 1991. Hacia el desarrollo de la Amazonia, lineamientos generales. Florencia.
- Correa F.** 1990. Directorio de investigaciones e investigadores en la Amazonia. Corporación Colombiana para la Amazonia. Araracuara. Bogotá.
- Dice L. R.** 1945. Measures of the amount of the ecological association between species. Ecology 26:297-302
- Digby P. G. y R. A. Kempton** 1987. Multivariate analysis of ecological communities. Chapman & Hall, London.
- Domínguez C.** 1985 Bibliografía de la Amazonia colombiana y áreas fronterizas amazónicas. Dainco - Corporación Araracuara - COLCIENCIAS. Editora Guadalupe, Bogotá.
- Domínguez C.** 1987. Colombia y la Panamazonia. En Colombia Amazónica. Universidad Nacional - Fondo FEN, Bogotá. 33-50
- Donato J. Ch.** 1987. Fitoplancton de los lagos de la isla Mocagua. En Seminario Internacional sobre el manejo y la Investigación en la Amazonia. INDERENA - COLCIENCIAS, Leticia.
- Donato J. Ch.** 1991. Los sistemas acuáticos de Colombia: Síntesis revisión. Cuad. Divulg. U. Javeriana 4: 1-8.
- Duque S.** 1992. Manejo e investigación en recursos naturales renovables - ecosistemas acuáticos de la Amazonia. En: Primer taller de humedales en Colombia. INDERENA-UICN Octubre 15-16, Santafé de Bogotá.
- Duque S. y J. Ch. Donato** 1992a. Biología y ecología del fitoplancton de las aguas dulces en Colombia. Cuad. Divulg. U. Javeriana 35: 1-21
- Duque S. y J. Ch. Donato** 1992b. Primeros registros de

Micrasterias (Desmidiaceae) en lagos marginales del río Amazonas, Colombia. *Caldasia* 17 (1) (en prensa).

Duque S. y N. Bahamón 1993. Composición de la comunidad del fitoplancton en varios sistemas lénticos del Trapecio Amazónico colombiano. CINDEC-Universidad Nacional de Colombia, Leticia (en preparación).

Duque S. R. & J. Ch. Donato (en prep.) Primeros registros de *Closterium* (Desmidiaceae) en lagos marginales del río Amazonas en Colombia.

Duque S. R. (en prep.) Primer registro para América del Sur de *Cyanothece maior* f. *maior* (Cyanophyceae).

Duque S. R. (en prep.) Euglenophytas pigmentadas de la Amazonia colombiana.

Encarnación F. 1985. Introducción a la flora y vegetación de la Amazonia peruana: estado actual de los estudios, medio natural y ensayo de una clave de determinación de las Formaciones vegetales en la llanura amazónica. *Candollea* 40: 237-252.

Esteves F. A. 1988a. Considerações sobre a aplicação da tipologia de lagos temperados a lagos tropicais. *Acta Limnol. Brasil.* 2: 3-28.

Esteves F. A. 1988b. Fundamentos de limnología. Editora Interciencia. FINEP, Río de Janeiro, Brasil.

Etter A. 1992 en Andrade et. al. (eds.) Caracterización ecológica general y de la intervención humana en la Amazonia colombiana. En: Amazonia colombiana, diversidad y conflicto. COLCIENCIAS-CONIA-CEGA, Santafé de Bogotá 27-67.

Fassbender H. W. & E. Bornemisza 1987. Química de suelos, con énfasis en suelos de América latina. IICA, Costa Rica.

Fernández A. 1982 Guía para el estudio de las algas. Departamento de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo, Perú.

Fittkau E. J. 1970. Role of caimans in the nutrient regime of mouth-lakes of Amazon affluents. *Biotropica* 2:138-142

- Fritsch F. E.** 1977 The structure and reproduction of the Algae. Vol I. Cambridge University Press (Reprinted)
- Géry J.** 1984. in Sioli (ed.). The fishes of Amazonia. In. The Amazon. Dr. Junk Publishers, Boston 353-370
- Gibbs R. J.** 1970. Mechanisms controlling world water chemistry. Science N. Y. 170:1088-1090
- Goulding M.** 1980. The fishes and the forest, explorations in Amazonian natural history. Univ. of California Press. US.
- Goulding M., M. Leal y E. Ferreira** 1988. Rio Negro, rich life in poor water. Amazonian diversity and food chain ecology as seen through fish communities. SPB Academic Publishing.
- Greig-Smith P.** 1983. Quantitative plant ecology. 3rd. ed. University of California Press. Berkeley
- Hernández-Camacho J.,** 1984 Vistazo general sobre la protección de la naturaleza en Colombia. INDERENA, Bogotá 75 p. (inédito).
- Herrera R., C. F. Jordan, H. Klinge & E. Medina** 1978. Amazon ecosystems. Their structure and functioning with particular emphasis on nutrients. Interciencia 3(4):223-232
- Hurtado A.** 1992 en Andrade et.al. (eds) Amazonía colombiana "una puesta en lugar". En: Amazonia colombiana, diversidad y conflicto. COLCIENCIAS-CONIA-CEGA, Santafé de Bogotá. 17-24.
- Hutchinson G. E.** 1957 A treatise on limnology Vol I: Geography, Physics, and Chemistry John Wiley and Sons, N. Y.
- IGA Ltda. (Ingenieros Geógrafos Asociados)** 1985. Peces y pesquerías. En: Determinación de parámetros biológicos de la zona de influencia de la terminal distribuidora de productos que se construirá en Leticia. Memora técnica, Ecopetrol, Bogotá. Inédito.
- Jimenez F.** (en ejecución) Estructura de la comunidad íctica en los gramalotes del Trapecio amazónico colombiano. Universidad Nacional de Colombia (Departamento de Biología, Instituto de Ciencias Naturales y Estación Científica de Leticia)

- Johnson R. A. y D. W. Wichern** 1982. Applied multivariate statistical analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Jordan C. F.** 1985. Nutrient cycling in tropical ecosystems. John Wiley & Sons. N. Y.
- Junk W. J.** 1980. Areas inundáveis - Um desafio para Limnologia. Acta Amazónica 10 (4): 775-795.
- Junk W. J., G. Soares y F. Carvalho** 1983. Distribution of fish species in a lake of the Amazon river floodplain near Manaus (Lago Camaleão), with special reference to extreme oxygen conditions. Amazoniana 7(4):397-431
- Junk W.J.** 1984 in Sioli (ed.) Ecology of the Várzea, floodplain of Amazonian whitewater rivers. In: The Amazon. Dr. Junk Publishers, Boston. 215-243.
- Junk W. J. y C. Howard-Williams** 1984 in Sioli (ed.) Ecology of aquatic macrophytes in Amazonia. In: The Amazon. Dr. Junk Publishers, Boston. 269-294
- Junk W. J.** 1989. The use of Amazonian floodplains under an ecological perspective. Interciencia 14(6):317-322
- Komárek J. y K. Anagnostidis** 1986 Modern Approach to the classification system of Cyanophytes 2- Chroococcales. Arch. Hydrobiol. Suppl. 73(2):157-226
- Komárek J. y K. Anagnostidis** 1989 Modern Approach to the classification system of Cyanophytes 4- Nostocales. Arch. Hydrobiol. Suppl. 82(3):247-345
- Lance G. N. y W. T. Williams** 1967. A general theory for classificatory sorting strategies. 2. clustering systems. Computer Journal 10:271-276
- Leopoldo P. R., E. Matsui, E. Salati, W. Franken & M. de N. Ribeiro** 1982. Composicao isotopica da água de chuva e da água de solo em floresta amazonica do tipo terra firme, regio Manaus. Acta Amazónica 12(3):7-13
- Margalef R.** 1983. Limnología. Ediciones Omega, Barcelona.

- Marín R** 1992. Estadísticas sobre el recurso agua en Colombia. HIMAT, Bogotá
- Medrano S.** 1990a. Estudio biológico-pesquero de Leticia a Atacuari. INDERENA, Regional Amazonas, Leticia.
- Medrano S.** 1990b. Estructura trófica de algunas especies menores con importancia comercial en el Trapecio amazónico colombiano. INDERENA Regional Amazonas, Leticia.
- Mejía M.** 1982. Contribución al conocimiento de la climatología colombiana. Rev. Geogr. U. Nacional. 3: 9-160.
- Mejía M.** 1987. La Amazonia colombiana, introducción a su historia natural. En Colombia Amazónica. Universidad Nacional - Fondo FEN. 53-126.
- Melack J. U.** 1979. Temporal variability of phytoplankton in tropical lakes. Oecologia (Berl.)44:1-7
- Melack J. U. y T. R. Fisher** 1990. Comparative limnology of tropical floodplain lakes with an emphasis on the Central Amazon. Acta Limnol. Brasil. 3: 1-48
- Naranjo L. G.** 1986, en Derek y Carbonell (compiladores). Inventario de humedales de Colombia. En: Inventario de humedales de la región neotropical. IWRB Slimbridge y UICN Cambridge, 140-168.
- Odum E.** 1980. En Van Dobben & Lowe-McConnell (ed.). La diversidad como función del flujo de energía. En conceptos unificadores en ecología. Editorial Blume, Barcelona 14-18.
- Ortiz Y.** 1989. Sobre la educación ambiental. Revista latinoamericana de innovaciones educativas, Buenos Aires-Argentina 1(2):31-40
- Parra O. et. al.** 1982 Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile II. Chrysophyceae, Xanthophyceae. Universidad de Concepción. Concepción, Chile
- Parra O. et. al.** 1983a Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile V. Chlorophyceae. Parte I. Volvocales, Tetrasporales, Chlorococcales

y Ulotrichales. Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

Parra O. et. al. 1983b Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile V. Chlorophyceae. Parte II. Zygnematales. Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

Payne A. I. 1986. The ecology of tropical lakes and rivers. John Wiley & Sons, New York.

Prada P. S. 1987. Acercamientos etnopiscícolas con los indios Ticuna del Parque Natural Amacayacu. Tesis Depto. Biología. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Prance G. T. 1979. Notes on the vegetation of Amazonía III. The terminology of Amazonian Forest Types subject to inundation Brittonia 31: 26-38.

Rai H. & G. Hill 1980. Classification of central amazon lakes on the basis of their microbiological and physicochemical characteristics. Hydrobiologia 72:85-93

Ramírez A. J. 1986. Estudios sobre capturas realizadas en la época seca de 1984 en la desembocadura de la quebrada Mata-Matá al río Amazonas, contemplando algunos aspectos ecológicos y taxonómicos (Amazonas, Colombia). Tesis Depto. Biología. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Reynolds G. 1984. The ecology of fresh water phytoplankton. Cambridge University Press, US.

Rivera P. et. al. 1982 Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile IV. Bacillariophyceae. Universidad de Concepción. Concepción, Chile.

Roldán G. 1992 Fundamentos de limnología Neotropical. Colección Ciencia y Tecnología Vol. I. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín.

Schmidt G. W. 1972. Seasonal changes in water Chemistry of a tropical lake (Lago do Castanho, Amazonia, South America). Verh. Internat. Verein. Limnol. 18: 613-621.

Schmidt G. W. 1976. Primary production of phytoplankton in the

three types of amazonian waters IV. On the primary productivity of phytoplankton in a bay of the lower Rio Negro (Amazonia, Brazil). *Amazoniana* 5(4):517-528

Schmidt G. W. 1982. Primary production of phytoplankton in the three types of amazonian waters. Some investigations on the phytoplankton and its productivity in the clear water of the lower Rio Tapajóz (Pará, Brazil). *Amazoniana* 7(3):335-348

Schmidt-Mumm U. 1988a. Notas sobre la vegetación acuática de Colombia. I: Estructura. *Rev. Fac. Cienc. UNIV. JAV.* 1 (2): 107-122.

Schmidt-Mumm U. 1988b. Notas sobre la vegetación acuática de Colombia. II: Fisionomía. *Rev. Fac. Cienc. UNIV. JAV.* 1 (3): 85-120.

Schmidt-Mumm U. 1992. Primer registro de *WOLFFIELLA OBLONGA* (PHIL.) HEGEL. y signopsis de las Lemnaceae en Colombia. *Caldasia* 17(1):11-20

Sioli H. 1967. Studies in Amazonian waters. *Atas do Simposio a Biota Amazónica Vol 3:* 9-50.

Smith E. C. y T. Craven 1972. A comparison of the río Amazonas and the río Loreto-Yacú using chemical, phytoplankton and periphyton analysis (inédito).

Tundisi J. G., B. R. Fosberg, A. Devol, T. M. Zaret et al. 1984. Mixing patterns in amazonian lakes. *Hydrobiologia* 108:3-15

Uherkovich G. 1984. In Sioli (ed.). *Phytoplankton. In. The Amazon.* Dr. Junk Publishers, Boston. 295-310

UICN-INDERENA 1992 Primer taller de humedales en Colombia. octubre 15-16, Santafé de Bogotá, Colombia.

UICN-Perú 1992. Estrategia nacional para la conservación de humedales y base de un plan de acción para el Perú. (inédito)

Universidad Nacional 1992. Declaratoria de efecto ambiental de la central diesel de Leticia. Empresa de Energía del Amazonas, Instituto Colombiano de Energía Eléctrica - Estación Científica de Leticia. Leticia, Colombia

- Valderrama M.** 1982a. Algunos aspectos pesqueros del subsistema Amazonas perteneciente a la cuenca amazónica colombiana. Subgerencia de Pesca y Fauna Terrestre, INDERENA, Bogotá.
- Valderrama M.** 1982b. Diagnóstico pesquero artesanal de la cuenca del Amazonas. Subgerencia de Pesca y Fauna Terrestre. INDERENA, Bogotá.
- Valderrama M.** 1988. Diagnóstico de la pesca en el área colombiana del eje Tabatinga-Apaporis. INDERENA Bogotá.
- Valderrama M.** 1989. Aspectos ecológicos y algunas consideraciones del potencial y uso del recurso pesquero de la Cuenca del río Amazonas. En Memorias del Simposio Internacional de Investigación y Manejo de la Amazonia. Biblioteca Andrés Posada Arango # 1 (INDERENA), Bogotá.
- Walschburger T., C. Monje y D. Muñoz** 1990. Importancia de los bosques inundables para el recurso pesquero en la Amazonia colombiana. Fundación Puerto Rastrojo- Tropenbos-Colciencias, Bogotá.
- Welcomme R. L.** 1979. Fisheries ecology of floodplain rivers. Longman, London.