

## **PRIMER ENCUENTRO DE LIMNOLOGOS IBEROAMERICANOS**

Sevilla (España), agosto de 1992

### **Memorias**

**Coordinación: Julia Toja, Universidad de Sevilla**

**Situación de la limnología en Colombia y sus perspectivas**, Pags. 61 – 75.

Santiago Gaviria, Santa Fé de Bogotá

### Historia (estudio de la biota y limnología)

Los trabajos más antiguos realizados en aguas continentales de Colombia hacen referencia a las algas (West 1914, Taylor 1935) y a algunos grupos de invertebrados colectados por las expediciones suiza (Fuhrmann & Mayor en 1914) y norteamericana (Walker en 1915) a comienzos de siglo. La primera concentró sus esfuerzos en la Cordillera Andina y la segunda en la región de Santa Marta. De igual manera que con lo ocurrido con el desarrollo de la limnología mundial, los primeros ecosistemas estudiados fueron los lagos y las lagunas. De los naturalistas suizos guiados por el Dr. O. Fuhrmann de Neuchatel se conocen las primeras listas de especies de vida libre de Rhizopoda y Nematoda; se estudiaron igualmente los rotíferos (especialmente Bdelloida), tardigrados, turbelarios, oligoquetos, hirudineos y moluscos. Entre los crustaceos acuáticos se identificaron las especies de los grupos Decapoda, Ostracoda, Cladocera y Copepoda. Fué también la primera contribución sobre Hidracarina para el país. De la expedición norteamericana solo se conocen los resultados sobre un levantamiento de Crustacea realizado a lo largo de un transecto desde el mar hasta los 1500 m.s.n.m. en la Sierra Nevada de Santa Marta (Pearse 1915). Más tarde otros autores extranjeros realizaron estudios de colecciones de invertebrados hechas en aguas interiores del país (Hidracarina: Lundblad 1953; Copepoda: Kiefer 1956, Chappuis 1956, Noodt 1972).

Los decápodos han recibido especial atención, en parte por su tamaño y su importancia comercial: las primeras determinaciones las realizó Zimmer (1914) y en los últimos años varios autores se han dedicado a la taxonomía y faunística de Brachyura (Rodríguez 1982, von Prah 1982, 1983, 1985, 1987a, 1987b, 1987c, 1988, Campos 1989; Campos & Rodríguez 1985, 1988 von Prah & Giraldo 1985), a la taxonomía de Macrura (von Prah, Guhl & Grogl 1978), y a la biología y producción de camarón de río (von Prah, Caicedo & Ríos 1984, Romero & von Prah 1988). Existen todavía formas pequeñas de cangrejos en las quebradas de montaña que todavía no se conocen (Pretzmann. Naturhistorisches Museum Wien, comun. personal), y falta por estudiar la biología y los requerimientos ecológicos de la mayoría de las especies.

Los anfibios de aguas interiores de Colombia han sido estudiados desde 'comienzos de siglo (Peracca 1914). Posteriormente fueron trabajados por Barbour (1930a, 1930b), el Hermano Nicéforo María (1930) y Reid Dunn (1943). En la actualidad se siguen estudiando detenidamente (Ruiz & Linch 1982, Linch & Ruiz.Carranza 1985, Ruiz, Hernandez & Ardila 1986) y es frecuente todavía encontrar nuevas especies (e.g. una especie de *Atelopus* hace dos años) en lugares no distantes de Santa Fé de Bogotá (Hoyos, Univ. Javeriana, com. pers.). Hace falta el estudio detallado de la biología de las especies y sus relaciones con el ambiente.

Peracca (*op. cit.*), y el Hermano Nicéforo María (*op. cit.* & 1930 b) de la comunidad de La Salle

incluyeron en sus investigaciones, descripciones y reportes de saurios acuáticos (*Crocodylia*) y de tortugas (Testudinata). El investigador colombiano nacido en Riga (Letonia) y educado en Berlín Federico Medem (1912-1984) dejó una extensa obra de más de 90 publicaciones científicas sobre la herpetofauna de la región septentrional de América del Sur (Anónimo 1986). Una de sus alumnas continuó con estudios sobre la reproducción de especies de tortugas de oriente del país (Castaño 1986). Una de estas *Podocnemis aspersa* es habitante de los ríos del Amazonas, y las poblaciones del río Caquetá se hayan seriamente amenazadas por la recolección indiscriminada de sus huevos.

Por su importancia alimenticia y su exuberancia en aguas tropicales, los peces han sido intensamente estudiados en las cuencas centrales del país. La cuenca del Magdalena contiene la ictiofauna más conocida de América del Sur (Cala 1987). Se tienen también inventarios completos de la provincia andina donde dominan la familia Tricomycetidae, de la del Sinú en la que existe alto grado de endemismo, un inventario parcial de la cuenca del Pacífico (siendo más conocido el río San Juan que los ríos del sur) y de la Orinoquía, y muy incompleto del río Atrato-Baudó, Catatumbo y de la Amazonía. En la pequeña cuenca septentrional de la Sierra Nevada de Santa Marta solamente se ha reportado una especie de gobido en las quebradas del Parque Nacional Tayrona (Galvis 1986). Los trabajos más importantes en ictiología de Colombia son aquellos de Eigenmann (1922), Eigenmann & Allen (1942), Miles (1942, 1943a, 1943b, 1947), Dahl (1943, 1958, 1959, 1960a, 1960b, 1961) y Cala (1973, 1981). La información existente sobre ictiofauna de aguas dulces del país fue compilada por este último autor en 1987. Desafortunadamente poco se conoce sobre la limnología de los ríos y ciénagas donde habitan estas especies. Tampoco se ha trabajado con las formas de reproducción ni los hábitos alimenticios de la mayoría de los peces de aguas cálidas, exceptuando aquellas de mayor valor alimenticio como el bocachico *Prochilodus magdalenae*; la pesca de algunas especies de bagres del género *Pseudoplatystoma* (Pimelodidae) han tenido que vedarse por la drástica disminución de sus poblaciones observada en los últimos años en el río Magdalena, debido al uso de métodos inadecuados de pesca, a la sedimentación y a la contaminación.

Muchas especies de peces de la Orinoquía y Amazonía principalmente de las familias Characidae, Pimelodidae, Callichthyidae, Loricariidae y Cichlidae se capturan vivas con fines ornamentales. En este negocio se incluyen estados juveniles de peces que se utilizan con fines alimenticios en estado adulto por lo cual el recurso está amenazado (Cala 1987). La enorme demanda de peces ornamentales especialmente en mercados del exterior de Colombia tiene al borde de la desaparición a algunas especies, cuando todavía no se conocen los hábitos de la mayoría de las especies con fines de cría. De las especies alimenticias se han adelantado algunas estimaciones de las poblaciones en la cuenca del Magdalena (Inderena 1973) y en los ríos de la cuenca del Amazonas (Valderrama 1982). Con el desarrollo de las centrales hidroeléctricas y la construcción de embalses en los últimos 20 años, ha aumentado el interés por fomentar especies aptas para la pesca artesanal y deportiva, y buscar usos alternativos de los embalses (Beltrán 1978, Inderena 1986b, Ramos 1982a, 1982b, Valderrama 1985, 1986).

El esfuerzo más antiguo en la descripción de las aguas epicontinentales y su biota por investigadores del país parece ser un documento interno del Ministerio de Agricultura "Limnología Colombiana" (Molano 1954). Las lagunas costeras del Caribe fueron estudiadas en lo que se refiere a su fisiografía externa por Raasveld & Tomic en 1958.

Hasta 1968 en publicaciones sobre la limnología de montañas tropicales se hace referencia a la ecología de los lagos andinos de Colombia (Löffler 1968, 1979) y de la Sierra Nevada de Santa

Marta (Löffler 1972, 1974). Ya en 1968 Fittkau *et al.* habían llamado la atención sobre los grandes vacíos de información existente en esta región del neotrópico.

La limnología fluvial comenzó a ser estudiada principalmente por la Universidad de Antioquia en la década de los 70. De allí han surgido estudios detallados sobre algunos grupos de insectos anfibióticos (Roldán Pérez 1988) y se ha trabajado con mayor profundidad en el orden Trichoptera (Correa, Machado & Roldán 1981, Flint 1991) pero todavía no se han elaborado claves taxonómicas específicas de los estados larvarios. Por su importancia como vectores de enfermedades tropicales los dípteros han sido estudiados más que otros grupos.

Existen inventarios de aquellas especies con adultos hematófagos como los Simuliidae (Bueno, Moncada & Muñoz 1979; Moncada, Muñoz & Bueno 1981) y los Culicidae (Lee & Barreto 1969; Lee, Fairchild & Barreto 1969). Algunos Chironomidae han sido estudiados por Lichtenberg-Contreras (1988).

De los otros invertebrados acuáticos, el inventario más adelantado es el de Oligochaeta (Gaviria en prensa), Ostracoda (Mehès 1914, Roessler 1982a, 1982b, 1983, 1985, 1986), Conchostraca (Roessler & Sanchez 1986, Roessler 1989, 1991) y Copepoda (Thiébaud 1914, Kiefer *op. cit.*, Gaviria 1988, 1989, en prensa (a)).

Existen informes contemporáneos adelantados por entidades del estado como los monitoreos de calidad del agua de algunos ríos de planicie y de ciertas ciénagas del Magdalena, Cesar y Orinoquía (Ruiz & Gómez 1989) y del Cauca (CVC 1983), de algunos embalses de la cordillera (Allen 1972, CAR 1975, CVC 1982, Medina y Rivera 1983, Marquez 1984, Palomino 1985, Naundorf, Vasquez & Zamora 1990, Gaviria 1991 y en prensa (b)) y observaciones limnológicas de las cuencas antes del llenado de los embalses (Hidroestudios 1983, Ambiotec 1985, Leentvaar 1985) o en sus etapas iniciales de llenado (Gaviria 1985, Duque y Donato 1988, Donato & Duque 1989).

### Limnología geográfica

En Colombia existen 7 provincias desde el punto de vista hidrológico: 1) la zona andina, 2) los valles interandinos y planicies del Caribe, (Magdalena-Cauca incluyendo los ríos San Jorge y Cesar, Sinú y Atrato), 3) la pequeña cuenca septentrional de la Sierra Nevada de Santa Marta, que Cala (*op. cit.*) llama Caribe-Guajiro), 4) la cuenca del Lago de Maracaibo (alto río Catatumbo), 5) la Orinoquía (sistema de ríos y zonas de inundación de los Llanos Orientales, el Casanare y el Arauca), 6) la Amazonía (lagos de varzea, ríos de aguas blancas provenientes de los Andes, ríos de aguas negras originados en la altiplanicie amazónica), 7) cuenca del Pacífico (San Juan y Pacífico meridional).

Después de los trabajos de West en la Cordillera (*op. cit.*) y el inventario de algas de la laguna glacial de Macotama en la Sierra Nevada (Taylor, *op. cit.*), las investigaciones se han concentrado en la zona andina, el altiplano y el páramo (ecosistema húmedo y nublado localizado por encima del bosque en las altas montañas tropicales de América), donde se hayan localizadas la mayoría de las lagunas de montaña. Las del altiplano de Cundinamarca son restos de las lagunas pleistocénicas (e.g. Fúquene) y la mayoría de las del páramo son de origen glacial. El gran lago de Bogotá que existió a finales del plioceno y por cerca de 2.5 millones de años se secó en su gran parte 20 000 A.P. (Van der Hammen 1986) y de este quedan relictos como La Herrera o los

pantanos del sur-occidente de Bogotá. Las lagunas de páramo se formaron a finales del pleistoceno siendo las más antiguas las localizadas cerca a los 3000 m.s.n.m. En el páramo de la Cordillera Central las lagunas han sufrido por la actividad volcánica (e.g. la actual Laguna del Otún tiene solo cerca de 7000 años, Kuhry, Univ. Amsterdam, comun. pers.). Las cubetas más antiguas son de origen tectónico y de estas existen pocos ejemplos pero de gran significado como el Lago de Tota, el mayor lago Colombiano de la Cordillera de Los Andes ubicado a 3000 m.s.n.m en el subpáramo (límite superior del bosque) y que tiene una extensión aprox. de 5500 Ha.

El límite del bosque en la Cordillera de Los Andes en Colombia varía entre los 2800 y los 3500 m.s.n.m, dependiendo de la topografía, el régimen de lluvias y la humedad. En el bosque andino casi no existen lagunas puesto que los glaciales no bajaron sino hasta los 2700 m (Van der Hammen & Gonzalez 1963) en la época del hielo.

### Embalses

En los últimos años se han construido embalses con propósitos especialmente hidroeléctricos (algunos con usos combinados para acueducto, riego y/o control de inundaciones) en el páramo (La Regadera, Chisacá, Neusa, Tominé, Chuza), en la zona del altiplano andino (Muña, Sisga), bosque andino (La Fé), bosque subandino (Salvajina, Alto Anchicayá, Troneras, San Carlos, Cañafisto, Calima, Guavio, La Esmeralda) y también en la zona de vegetación seca tropical (El Prado, El Guájaro, Betania, Guarinosito), con lo cual se ha venido cambiando el paisaje y se han desarrollado otros tipos de ecosistemas acuáticos en la Cordillera y en los valles.

La Universidad de Antioquia ha trabajado algunos embalses y parte de los ríos de la Cordillera Central (Uribe & Roldán 1975; Correa, Machado & Roldán *op. cit.*; Medina & Rivera *op. cit.*; Roldán *et al.* 1984). Se han trabajado las comunidades del fitoplancton del Embalse de La Fé (Ramirez & Machado 1982). En el valle del Cauca se tiene conocimiento de la calidad del agua de los embalses de Calima (CVC *op. cit.*, Hidroestudios *op.cit.*) y Salvajina (Naundorf, Vasquez & Zamora *op. cit.*). En la provincia Pacífica se hicieron algunos estudios recientemente por un posible desarrollo hidroeléctrico de la cuenca del río Micay (Ambiotec 1980).

Las aguas de la corriente principal del Magdalena se regulan con un embalse de reciente construcción, el embalse de Betania, del cual se han seguido su desarrollo limnológico (Donato & Duque *op. cit.*, Duque & Donato *op. cit.*), Existen también estudios previos de su cuenca tributaria (Inderena 1986). En Antioquia se ha realizado un seguimiento detallado al embalse de San Carlos debido a los problemas que surgieron un tiempo después de su puesta en operación relacionados con la desoxigenación y acidificación de sus aguas (Roldán *et al.* 1984, Börjk & Gelin 1980, Medina & Rivera *op. cit.*). Con el proyecto hidroeléctrico del Alto Sinú, se obtuvieron datos químicos y biológicos del río Sinú y se pronosticaron las consecuencias ambientales por la inundación de esos bosques tropicales (Leentvaar *op. cit.*). También se pronosticó el efecto del proyecto hidroeléctrico sobre la pesca (Ramos 1982).

### Hidrobotánica

Así como ocurre en los ecosistemas terrestres Colombianos también en las aguas dulces la

botánica se desarrolló primero que la zoología. Los macrófitos acuáticos de la Cordillera Oriental, especialmente de los páramos y del altiplano de Bogotá y de Tota ha sido estudiada por Cleef (1981), Rangel y Aguirre (1983), Franco *et al* (1986) y recientemente por Schmidt-Mumm (1991); las algas por Duque, Donato & Mora (1987), Donato (1991) y Gonzalez & Donato (1991) y las desmidiáceas por Coesel (1987); sin embargo el fitoplancton y especialmente el perifiton de la mayoría de lagunas permanecen sin estudiarse. Solamente en el páramo de Chingaza (500 km<sup>2</sup>) se han inventariado 66 lagunas de más de 500 m<sup>2</sup> (26 lagunas naturales con más de una hectárea hasta una de 88 Ha.) y solo se ha trabajado en dos de ellas, siendo el páramo más estudiado del país.

Actualmente se sigue trabajando en inventarios algológicos de los páramos de la región central de la Cordillera Oriental (Universidad Javeriana, Laboratorio de Limnología).

Información adicional sobre la hidrobotánica de la zona andina se limita a la biota existente en las lagunas de relicto, pantanos, ríos y canales del altiplano de Bogotá, donde se ha trabajado también el estado actual y la historia de los sistemas palustres (Van der Hammen 1986, Dueñas 1979, Vijnning *et al* 1989). En efecto, el grupo de paleobotánicos de la Universidad de Amsterdam y de la Universidad Nacional de Colombia han investigado los sedimentos del antiguo lago de Bogotá. Se han reconstruido las condiciones del Cuaternario y parte del Terciario de la zona (Hooghiemstra 1985). Sin embargo, no se han trabajado los fósiles o partes fosilizadas de los invertebrados habitantes del lago en el pasado. Los estudios se han concentrado en la interpretación de la paleoecología del lago y sus alrededores por medio de estudios del polen y análisis de los sedimentos. Exceptuando estos y los estudios en turberas de páramo, son los únicos estudios paleolimnológicos adelantados en el país. Actualmente se comenzaron perforaciones en el sur de la cordillera (Hooghiemstra, Univ. Amsterdam) alrededor de la Laguna de La Cocha.

La flora acuática de los valles interandinos es poco conocida; se conoce un esfuerzo reciente de U. Schmidt-Mumm (Universidad Javeriana) por describir la vegetación azonal de una ciénaga del Magdalena Medio.

Por la eutrofización creciente, ya se presentan problemas de uso de las aguas de dársenas y canales de riego, principalmente en el altiplano de Bogotá (CAR 1990).

### Limnología de ciénagas y plano inundable

El gran río de Colombia el Magdalena, con sus más caudalosos afluentes el Cauca (con río San Jorge) y César, al salir de los valles interandinos originan una extensa red de ciénagas de diferentes categorías: aquellas conectadas con las corrientes principales (Tipo I), aquellas unidas por canales con ciénagas tipo I (Tipo II) y aquellas que durante parte del ciclo climático anual quedan aisladas de los ríos (Tipo III). Algunas de ellas tienen afluentes secundarios directos, o recuperan su volumen de agua en épocas de lluvia por las inundaciones.

En el plano inundable del río Magdalena se han realizado algunas observaciones limnológicas (Arias 1973, Ducharme 1973, Victoria & García 1983) pero la mayoría de las ciénagas están por estudiarse. Se conocen unos pocos datos sobre la hidrología y la calidad física y química de las aguas de la ciénaga de Zapatosa (Ducharme, *op. cit.*, Ruiz & Gómez 1989) en la cuenca del río

Cesár, sobre el embalse del Guájaro en las sabanas del Caribe (Ruiz & Gómez, *op. cit.*) y sobre la Ciénaga Grande del Sinú (Ducharme, *op. cit.*).

Las aguas de esta red hidrológica, especialmente en las ciénagas, parecen ser altamente productivas y las poblaciones de peces son considerables (Inderena 1973, Valderrama 1985). Las especies de mayor importancia alimenticia pertenecen a las familias Prochilodidae, Pimelodidae y Characidae. Los peces realizan migraciones de alimentación río abajo y en dirección a las ciénagas, y de reproducción río arriba. Esta genera intensa actividad pesquera "la subienda", que ha disminuido en los últimos años debido probablemente a la alteración de la calidad del agua, al régimen de transporte de sólidos y de sedimentación, y posiblemente también al uso de métodos inadecuados de pesca.

La geomorfología fluvial es complicada por los cambios constantes y bruscos de los cauces en épocas lluviosas y por las inundaciones. El sistema de madrevejas es muy extenso. La cuenca del Magdalena es la más deteriorada del país ya que más del 80% de la población Colombiana vive en ella. Los ríos reciben los residuos orgánicos e industriales de las grandes ciudades andinas, así como las aguas cargadas de nutrientes, pesticidas y herbicidas que lavan los campos agrícolas, así como los productos de la erosión.

No se conocen los invertebrados ni las algas, ni la dinámica del "drift", la fauna litoral ni la evolución detallada de la calidad del agua. Los peces son en su mayoría iliófagos y dependen del acceso a las ciénagas y a su productividad para alimentarse.

No se han realizado sino incipientes estudios limnológicos en el alto y medio Cauca, tanto en los ríos como en los sistemas lacustres naturales (Ruiz, Peña & Palacios 1982) aledaños. Algunas de estas lagunas ya están seriamente amenazadas como la de Sonso. Se trata de un ecosistema excepcional que sirve de hogar de paso a algunas aves migratorias y que parece albergar especies acuáticas de distribución restringida. La laguna se alimenta con aguas enriquecidas de nutrientes del río Cauca por lo que está en proceso de eutroficación. Como otras lagunas de zonas agrícolas fértiles (e.g. Fúquene, La Herrera), y por efecto de la ampliación de la frontera agrícola, está además en proceso de desecación.

Los sistemas lénticos y las corrientes de las cuencas de los ríos San Jorge, Atrato, Cesár permanecen prácticamente desconocidos desde el punto de vista de la limnología.

Exceptuando los inventarios de peces (Cala 1977, 1986, 1987) el sistema hidrológico de los Llanos que también incluye un plano inundable de gran extensión, permanece sin estudiarse. En dos lagunas de la altillanura del río Meta, Menegua y Matecaña, se comenzaron recientemente estudios limnológicos (Galvis *et al.* 1989).

La estación biológica Roberto Franco de Villavicencio, perteneciente a la Universidad Nacional de Colombia y desde donde se han adelantado los profundos estudios en reptiles y peces, puede ser la base para la exploración limnológica de la Orinoquía.

La Ciénaga Grande de Santa Marta viene siendo estudiada desde hace 25 años por el Instituto de Investigaciones Marinas de Punta de Betín en Santa Marta, y con este criterio. Se conocen datos sobre la biología de especies comerciales de crustáceos, moluscos y peces, y algunos datos preliminares sobre otros invertebrados y sobre contaminación. La ciénaga es una gran laguna costera con un gradiente de salinidad entre 35 partes por mil y aguas semidulces al sur. Por ser

un sistema semicerrado y también por su fisiografía, los métodos limnológicos pueden ser adecuados para su estudio.

### Docencia en limnología y grupos de investigación

En cuanto a la enseñanza de la limnología, la primera cátedra la dictó el Profesor Roldán en Medellín, sucedido algunos años después por la doctora Elisabeth Gaviria de la escuela de Löffler (Viena), quien formó los primeros limnólogos en las Universidades de Los Andes, Javeriana y Nacional en Santa Fé de Bogotá. Hoy en día es una cátedra del programa de biología de la Universidad de Antioquia y de la Javeriana, y se dicta en las escuelas de posgrado de esta última universidad y de la Universidad del Cauca.

No existen institutos limnológicos propiamente dichos. Actualmente existen cinco grupos que adelantan estudios en limnología: la Universidad Javeriana de Bogotá (hidrobotánica y biología sanitaria), la Universidad de Los Andes (biología de Ostracoda y Conchostracea), la Universidad de Antioquia en Medellín (limnología fluvial, insectos anfibióticos, algas y nutrientes), la Universidad Nacional en Bogotá (ecología de macrófitos acuáticos y algas, paleoecología de lagunas andinas, embalses) y en Leticia (algas y limnología amazónica), y el grupo recientemente constituido en la Universidad del Cauca en Popayán.

### Perspectivas

En noviembre de 1992 se realizará en Santa Fé de Bogotá (Universidad Nacional de Colombia) el Primer Seminario Nacional de Limnología. Con este evento se espera que se aglutinen y organicen los limnólogos del país y se cree la Sociedad Colombiana de Limnología. Esta será inscrita oportunamente como representación nacional de la sociedad mundial S.I.L.

### Bibliografía

Allen, R.N. (1972): The Anchicayá Hydroelectric Project in Colombia: Design and Sedimentation Problems. in: M.T. Farvar & J.P. Milton (ed.): The Careless Technology. Ecology and International Development.- Nat. Hist. Press, N.Y.: 318-342.

Ambiotec (1989): Estudio de limnología para el Proyecto Hidroeléctrico "Arrieros de Micay", Cauca. CVC, Cali.

Anónimo (1986): In Memoriam Federico Medem (1912-1984). Caldasia 14 (68-70): 363-370.

Arias, P. (1973): Las Ciénagas de Colombia. Divulgación Pesquera INDERENA 22 (3): 38-70.

Barbour, Th. (1930a): Una nueva Rana colombiana *Phyllomedusa nicefi* sp. nov.- Rev. Soc. Colom. Cien. Nat. (Bogotá) 4 (104): 5-6.

Barbour, Th. (1930b): Nuevo Batraceo Colombiano *Cryptobatrachus incertus* sp. nov.- Rev. Soc. Colom. Cien. Nat. Bogotá) 4 (105): 54-55.

Beltrán, I. (1978): Aporte al estudio biológico-pesquero del embalse de Troneras (Antioquia) y alternativas para su manejo. Documento Inderena, Medellín.

- Börjk, S. & G. Gelin (1980): Limnological function and management of the Peñol reservoir, Colombia.- Report Inst. Limnol. Univ. Lund., Suecia, 21 pp.
- Bueno, M.L., L. Moncada & P. Muñoz (1979): Simuliidae de Colombia.-I. Nueva especie de *Simulium* (*Hemicnetha*).- *Caldasia* 12 (60): 581-591.
- Cala, P. (1973): Estudios ictiológicos colombianos. I. Presencia de *Osteoglossum* en los Llanos (Orinoquía).- *Lozania* 18: 1-8.
- Cala, P. (1977): Los peces de la Orinoquía colombiana: Lista preliminar anotada.- *Lozania* 24: 1-21.
- Cala, P. (1981): Catálogo de los ejemplares tipo en la colección de peces del Instituto de Ciencias Naturales - Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de Colombia.- *Lozania* 34: 1-5.
- Cala, P. (1986): The fish fauna and the aquatic milieu of the Llanos of Colombia (Orinoco basin), with special regard to the respiratory patterns of fishes inhabiting extreme hypoxic waters. - *Procc. V Congress European Ichtyol.*, Stockholm 1985.
- Cala, P. (1987): La ictiofauna dulceacuícola de Colombia: una visión histórica y su estado actual. -*Rev. Acad. Col. Cienc. Ex. Fis. Nat.* 26: 69-85.
- Campos, M.R. (1989): Análisis de características morfométricas en Cangrejos (Crustacea: Decapoda: Pseudothelphusidae) usando métodos multivariados. - *Caldasia* 16 (76): 87-92.
- Campos, M.R. & G. Rodríguez (1985): A new species of *Neostrengeria* (Crustacea: Decapoda: Pseudothelphusidae) with notes on geographical distribution of the genus. - *Proc. Biol. Soc. Wash.* 98 (3): 718-727.
- Campos, M. & G. Rodríguez (1988): Notes on the freshwater crabs of the genus *Moritschus* Pretzmann, 1965 (Crustacea: Decapoda: Pseudothelphusidae) with description of *M.narinnensis* from southern Colombia.. - *Proc. Biol. Soc. Wash.* 10 (3): 640-643.
- CAR (1975): Presa y embalse del Neusa. Breve descripción general. Documento CAR, Bogotá, 11 pp.
- CAR (1990): Memorias Seminario Internacional sobre Malezas Acuáticas, Bogotá 1990. OEA-CEPIS, 550 pp.
- Castro, O.V. (1986): Contribución al conocimiento de la reproducción de *Podocnemis lewyana*. - *Caldasia* 15 (71-75): 665-668.
- Cleef, A.-M. (1981): The vegetation of the "páramos" of the Colombian Cordillera Oriental. - *Diss. Botanicae*, Vaduz 61, 320 pp.
- Coesel, P.F.M. (1987): Taxonomic notes on Colombian desmids. - *Cryptogamie, Algologie* 8 (2): 127-142.
- Correa, M., T. Machado & G. Roldán (1981): Taxonomía y ecología del orden Trichoptera en el Departamento de Antioquia en diferentes pisos altitudinales. - *Actualidades Biológicas* 10 (36): 35-48.
- CVC (1982): Sedimentación de los embalses del Alto Anchicayá y Calima Madroñal. - Documento CVC, Cali, 30 pp.
- CVC (1983): Informe CVC sobre Calidad de aguas del Río Cauca. Inderena, Bogotá.
- Chappuis, P.A. (1956): Freilebende Ruderfußkrebse (Crustacea, 'Copepoda). II. Harpacticoida. - *Ergebn. dtsch. limnol. Venezuela-Exped.* 1952, 1: 269-276.
- Dahl, G. (1943): New or rare fishes of the family Characinidae from the Magdalena. - *Kungl. Fysiografiska Sällskapets Lund-Forhandlingar* 12 (18): 1-6.



- Dahl, G. (1958): Two new annual cyprinodont fishes from Northern Colombia. - Stanford Ichtyol. Bull. 7 (3): 42-46.
- Dahl, G. (1959): Una nueva especie del género *Creagrutus* Gunther del norte de Colombia. - Caldasia 8 (38): 353-358.
- Dahl, G. (1960a): New freshwater fishes from western Colombia. - Caldasia 8 (39): 451-484.
- Dahl, G. (1960b): Nematognathous fishes collected during the Macarena Expedition, 1959. Part I. - Novedades Colombianas 1 (5): 302-317.
- Dahl, G. (1961): Nematognathous fishes collected during the Macarena Expedition, 1959. Part II. - Novedades Colombianas 1 (6): 484-514.
- Donato, J. Ch. (1991): Fitoplancton y aspectos físicos y químicos de la Laguna de Chingaza (una laguna tropical de alta montaña).- Cuad. Divulg. Fac. Ciencias. , Univ. Javeriana (Bogotá) 11: 1-18.
- Donato, J.Ch. & S. Duque (1989): Evaluación limnológica de las primeras etapas de llenado en el embalse de la Central Hidroeléctrica de Betania, Huila.- Informe INDERENA, Bogotá.
- Ducharme, (1973): Limnología de algunos cuerpos de agua de Colombia. Proyecto INDERENA-FAO, Bogotá, Colombia.
- Dueñas, H. (1979): Estudio Palinológico de la Sección Tarragona, Sabana de Bogotá. - Caldasia 12 (60): 539-572.
- Duque, S.& J.Ch.Donato (1988): Estudio del fitoplancton durante las primeras etapas de llenado del embalse de la Central Hidroeléctrica de Betania, Huila, Colombia. - Rev. Fac. Cienc.Univ. Javeriana (Bogotá) 1 (2): 29-52.
- Duque E. S.; J.Ch. Donato R. & L.E. Mora-Osejo (1987): Estructura y dinámica del fitoplancton en la Laguna de Fúquene (Cundinamarca, Colombia).- Rev. Academ. Colom. Cienc. Ex. Fís. Nat. 16 (62): 113-144..
- Eigenmann, C.H. (1922): The fishes of Northwestern South America. Part I. The fresh-water fishes of Northwestern Southameriba including Colombia, Panamá and the Pacific slopes of Ecuador and Perú, together with an appendix upon the fishes of the Río Meta in Colombia. - Mem. Carnegie Mus. 9 (1): 1-346, 38 pls.
- Eigenmann, C.H. & W.R. Allen (1942): Fishes of Western Southamerica.- Univ. Kentucky, Lexington, 496 pp., 15 pls.
- Fittkau, E.J., J.Illies, H. Klinge, G.H. Schwabe & H. Sioli (ed.) (1968): Biogeography and Ecology in South America.- Dr. W. Junk N.V. Publ., The Hague. Vol. I & II, 946 pp..
- Flint, O.S.Jr. (1991): Studies of Neotropical Caddisflies, XLV: The Taxonomy, Phenology and Faunistics of the Trichoptera of Antioquia, Colombia. - Smiths. Contr. Zool. 520, 113 pp., 412 figs., 6 graphs, 1 map, 11 tab..
- Franco-R., P., O. Rangel-Ch. & G. Lozano-C. (1986): Estudios Ecológicos en la Cordillera Oriental de Colombia II. Las Comunidades Vegetales de los alrededores de la Laguna de Chingaza (Cundinamarca).- Caldasia 15 (71-75): 219-248.
- Fuhrmann, O. & E. Mayor (1914): Voyage d'Exploration Scientifique en Colombie. - Mém. Soc. Neuch. Sc. nat. 5: 1-1071.
- Galvis, G. (1986): Fauna dulceacuícola del Parque Tairona.- Caldasia 15 (71-75): 445-450.
- Galvis, G. & Rodriguez (1989): Estudio ecológico de una laguna de desborde del río Metica, Orinoquía Colombiana. - FEN, Univ. Nacional de Colombia (Bogotá), 160 pp.

- Gaviria, E. (en prensa): Los Oligochaetos (Annelida) de Colombia. Taxonomía, Ecología y Distribución Geográfica. - Caldasia.
- Gaviria, S. (1985): Evaluación limnológica inicial del Embalse de Chuza, Páramo de Chingaza.- Rev. ACODAL (Asoc. Col. Ing. San. & Amb.) 119: 1-48.
- Gaviria, S. (1988): Calanoida und Cyclopoida der Cordillera Oriental der kolumbianischen Anden mit besonderer Berücksichtigung ihrer Taxonomie, Ökologie und geographischen Verbreitung. - Tesis Doctoral Univ. Viena, Austria, 211 pp., 34 esquemas, 63 tab., 14 mapas.
- Gaviria, S. (1989): The calanoid fauna (Crustacea, Copepoda) of the Cordillera Oriental of the Colombian Andes. - Hydrobiologia 178: 113-134.
- Gaviria, S. (1991): Monitoreo de Embalses del Sistema de Acueducto de Bogotá. - Rev. ACODAL 147: 29-47.
- Gaviria, S. (en prensa (a)): Zwei Canthocamptidae (Crustacea, Copepoda, Harpacticoida) aus der kolumbianischen Anden.- Ann. Nat. Hist. Mus. Wien.
- Gaviria, S. (en prensa (b)): Limnología Comparativa entre un Embalse y una Laguna en el Páramo de Chingaza, Cundinamarca, Colombia. - Mem. Sem. Intern. Ecol. Montañas Trop. Popayán 1991, UNESCO - Univ. Cauca.
- Gonzalez, L.E. & J.Ch. Donato (1991): Perifiton de la Laguna de Chingaza (Parque Nacional Natural Chingaza. - Cuad. Divulg. Fac. Cienc. Univ. Javeriana (Bogotá) 10: 1-18.
- Hidroestudios (1983): Estudio Efecto Ambiental del Proyecto Miel II: Informe limnológico. Bogotá, 30 pp.
- Hermano Nicéforo María (1930a): Los reptiles y batracios de Honda (Tolima) en el Museo de La Salle.- Rev. Soc. Colom. Cienc. Nat. (Bogota) 4 (106): 96-104.
- Hermano Nicéforo María (1930b): Los reptiles de Villavicencio en el Museo de La Salle. - Rev. Soc. Colom. Cien. Nat. (Bogotá) 4 (105): 40-54.
- Hooghiemstra, H. (1985): Vegetational and climatic history of the high plain of Bogotá: A continuous record of the last 3.5 million years. - Diss. Boanticae, Cramer Vaduz 79, 368 pp.
- Inderena (1973): Operación subienda 1973. - Investigación Pesquera, INDERENA (Bogotá), 113 pp.
- Inderena (1986): Evaluación de las subcuencas de Yaguará y Las Yaguas. - Informe Universidad Surcolombiana, Neiva.
- Kiefer, F. (1956): Freilebende Ruderfußkrebse (Crustacea, Copepoda). I. Calanoida und Cyclopoida. - Ergebn. deutsch. limnol. Venezuela-Exped. 1952, 1: 233-268.
- Lee, V.H. & P. Barreto (1969): Arthropodos Hematófagos del Río Raposo, Valle, Colombia. I. Aspectos Ecológicos. - Caldasia 10 (49): 385-405.
- Lee, V.H., G.B. Fairchild & P. Barreto (1969): Arthropodos Hematófagos del Río Raposo, Valle, Colombia. - Caldasia 10 (49): 441-457.
- Leentvaar, P. (1985): Alto Sinó Hydroelectric Project in Colombia: possible consequences for the environment.- Hydrobiologia 120: 241-248.
- Lichtenberg-Contreras, R. (1988): *Tanytarsus curvicristatus* spec. nov., eine neue Chironomideart aus Kolumbien. - Spixiana, Suppl. 14: 101-104.
- Linch, J.D. & P.M. Ruiz-Carranza (1985): Una nueva especie de *Colostethus* (Amphibia;: Dendrobatidae) de la Cordillera Occidental de Colombia. - Lozania 54: 1-6.

- Löffler, H. (1968): Tropical high mountain lakes. Their distribution, ecology and zoogeographical importance. Proc. UNESCO Mexico Symposium 1966. - Coll. Geogr. 9: 57-76.
- Löffler, H. (1972): Contribution to the limnology of high mountain lakes in Central America.- Int. re. ges. hydrobiol. hydrogr. 57 (3): 397-408.
- Löffler, H. (1974): Harpacticiden (Crustacea, Copepoda) der Hochgebirgsgewässer Andalusiens (Sierra Nevada, Spanien). - Sitz. ber. Öst. Akad. Wiss.: 191-195.
- Löffler, H. (1979): The limnology of tropical high-mountain lakes. - Verh. Intern. Verein Limnol. 15: 176-193.
- Lozano, J. (1954): Limnología Colombiana. - Documento Min. Agricultura, Bogotá
- Lundblad, O. (1953): Die Hydracarinafauna von Colombia. - Ark. Zool. (ser.2) 5 (8): 435-585.
- Mehès, G. (1914): Süßwasser Ostracoden aus Columbien und Argentinien. - Mém. Soc. neuch. Sc. nat. 5: 639-663.
- Medina, H. & A. Rivera (1983): Problemas de operación de origen ambiental en la Central Hidroeléctrica de Guatapé. - Rev. Empr. Públ. Medellín 5 (1).
- Marquez, G. (1984): Ecología de los embalses tropicales con referencia a dos casos colombianos: Chivor y Prado.- Mem. I. Seminario de Presas y Embalses, Bogotá, 16 pp.
- Miles, C. (1942): Descripción sistemática del pez graso del Lago de Tota (Boyacá). - Caldasia 1 (5): 55-58.
- Miles, C. (1943a): On three recent described species and a new genus of pygidiid fishes from Colombia.- Rev. Acad. Col. Cienc.Ex. Fis. Nat. 5 (19): 367-369.
- Miles, C. (1943b): Peces de agua dulce del Valle del Cauca.. - Publ. Secr. Agricult. Dep. Valle del Cauca, Cali, 97 pp.
- Miles, C. (1947): Peces del Río Magdalena. - Min. Economía Nac., Bogotá, 214 pp.
- Moncada, L., P. Muñoz & M.L. Bueno (1981): Simuliidae (Insecta: Diptera) de Colombia. III- Descripción de una nueva especie de *Gigantodax* Enderlein, 1925. - Caldasia 13 (62): 301-311.
- Naundorf, G.I., G.L. Vasquez & H. Zamora (1990): Estudio Hidrobiológico del río Cauca en el sector comprendido entre el Embalse de "Salvajina" y el Puente "El Hormiguero". - Novedades Colombianas (Nueva Epoca) 2 :18-24.
- Noodt, W. (1972): Drei neue *Parastenocaris* aus Kolumbien (Crustacea, Copepoda). 1.Mitteilung über kolumbianische Grundwasser-Crustaceen. - Beitr. neotrop. Fauna 7: 101-112.
- Palomino, G.O. (1985): Una aproximación crítica a los embalses colombianos. - Rev. Univ. Tolima 2 (6): 55-76.
- Pearse, A.S. (1915): An account of the crustacea collected by the Walker Expedition to Santa Marta, Colombia. - Proc. U.S. Nat. Mus. 49: 531-556.
- Peracca, M.-G. (1914): Reptiles et Batraciens de Colombie. -Mém. Soc. neuch. Sc. nat. 5: 96-111.
- Prahl, H. von (1982): Notas sobre *Silviocarcinus piriformis* (Pretzmann, 1968) (Crustacea: Trychodactylidae) con énfasis en su zoogeografía. - Actualidades Biológicas 11: 22-25.
- Prahl, H. von (1983): *Hypolobocera gorgonensis* sp. nov. (Crustacea: Brachyura: Pseudothelphusidae) un nuevo cangrejo de agua dulce de la Isla de Gorgona. - Cespedesia 12: 105-110.
- Prahl, H. von. (1987a): *Hypolobocera dentata* sp. nov.: A new freshwater crab (Crustacea: Brachyura:

- Pseudothelphusidae) from the Cordillera Occidental, Colombia. - *Revista de Biología Tropical* 35: 131-133.
- Prahl, H. von (1987b): Redescrición de *Hypolobocera buenaventurensis*, un cangrejo de agua dulce (Decapoda, Pseudothelphusidae) del Pacífico Colombiano. - *Boletín Ecotrópica* 16: 59-64.
- Prahl, H. von (1987c): *Stregeria antioquiensis* sp. nov. (Crustacea: Pseudothelphusidae) a new freshwater crab from Colombia. - *Caribbean Journal of Science* 23: 244-246.
- Prahl, H. von (1988): Fresh-water crabs (Crustacea: Decapoda: Pseudothelphusidae) of the Pacific drainage of Colombia. - *Zool. Jahrb., Abt. Syst., Ökol. & Geogr. der Tiere* 115: 171-186.
- Prahl, H. von, C. Caicedo & R. Ríos (1984): Camarones palaemónidos (Crustacea: Palaemonidae) de agua dulce y salobre del Departamento del Cauca. - *Cespedesia* 13: 45-58.
- Prahl, H. von & J. Giraldo (1985): Un nuevo cangrejo de agua dulce de la Cordillera Central de Colombia. - *Lozania* 49: 1-5.
- Prahl, H. von, F. Guhl & Grogl (1978): Carideos (Decapodos, Natantia, Palaemonidae) de Gorgona. - *Cespedesia* 7: 49-64.
- Raasveldt, H.C. & A. Tomic (1958): Lagunas Colombianas. Contribución a la geomorfología de la costa del Mar Caribe con algunas observaciones sobre las Bocas de Ceniza. - *Rev. Acad. Cienc. Ex. Fis. Nat.* 10 (40): 175-198.
- Ramos, A. (1982a): Sistema Sinú: Las pesquerías frente al desarrollo hidroeléctrico. - *Rev. Universidad de Caldas* 2 (2): 149-173.
- Ramos (1982b): La ictiofauna frente al desarrollo pesquero: El proyecto Cañafisto. - *Rev. Universidad de Caldas* 3 (2/3): 122-134.
- Reid Dunn, E. (1943): An extraordinary new *Hyla* from Colombia. - *Caldasia* 8: 309-311.
- Rodriguez, G. (1982): Les Crabes d'Eau Douce d'Amérique. Famille des Pseudothelphusidae. - Ed. Orstom, Paris, 233 pp.
- Roessler, E. (1982a): Estudios taxonómicos, ontogenéticos, ecológicos y etológicos sobre los ostrácodos de agua dulce de Colombia I. Estudio morfológico de una nueva especie colombiana del género *Heterocypris* Claus, 1892 (Ostracoda, Podocopa, Cyprididae). - *Caldasia* 13 (63): 429-452.
- Rössler, E. (1982b): Estudios sobre los ostrácodos de agua dulce de Colombia II. Contribución al conocimiento del desarrollo embrionario tardío y de los procesos de la eclosión del huevo de *Heterocypris bogotensis* Roessler (Ostracoda, Podocopa, Cyprididae). - *Caldasia* 13 (63): 452-466.
- Roessler, E. (1983): Estudios sobre los ostrácodos de agua dulce de Colombia IV. Desarrollo postembrionario de *Heterocypris bogotensis* Roessler (Ostracoda, Podocopa, Cyprididae). - *Caldasia* 13 (65): 755-776.
- Roessler, E. (1985): Estudios sobre los ostrácodos de agua dulce de Colombia V. Estudio taxonómico del género *Chlamidoteca* Saussure (Ostracoda, Podocopida, Cyprididae). Parte II, El grupo *Chlamidoteca colombiensis* Roessler, 1985. - *Caldasia* 14 (68-70): 585-616.
- Roessler, E. (1986): Estudios sobre los ostrácodos de agua dulce de Colombia VI. Estudio taxonómico del género *Strandesia* Stuhlmann 1888, (Ostracoda, Podocopida, Cyprididae). Parte I. Aspectos morfológicos de una nueva especie del género *Strandesia*. - *Caldasia* 15 (71-75): 577-598.
- Roessler, E. & M. Sanchez (1986): Estudios sobre los entomostraceos de Colombia I. Contribuciones al conocimiento de la Historia Natural de *Cyclestheria hislopi* (Baird, 1859), (Arthropoda, Crustacea, Conchostracea), con énfasis en aspectos bioecológicos y del ciclo vital. - *Caldasia* 14 (68-70): 679-707.
- Roessler, E. (1989): Estudios sobre los entomostraceos de Colombia. III. Estudio taxonómico de una nueva especie

- colombiana *Eulimnadia colombiensis* (Arthropoda, Crustacea, Conchostraca). - *Caldasia* 16 (76): 58-65.
- Roessler, E. (1991): Estudios sobre los entomostraceos de Colombia. V. *Limnadia orinoquiensis*, una nueva especie de la familia Limnadiidae Sars, 1896 (Arthropoda, Crustacea, Conchostraca). - *Caldasia* 16 (78): 377-386.
- Ramirez, J.J. & T. Machado (1982): Influencia de la precipitación y los ortofosfatos en el fitoplancton de la Represa de La Fè. - *Actualidades Biológicas* 11 (39): 3-21.
- Rangel, O. & J. Aguirre (1983): Comiunidades acuáticas altoandinas I. Vegetación sumergida y de rivera en el Lago de Tota, Boyacá, Colombia. - *Caldasia* 13 (65): 719-742.
- Roldán Pérez, G. (1988): Guía para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia. Fondo FEN Colombia/Colciencias/Universidad de Antioquia, Bogotá, 217 pp.+ xi.
- Roldán G., M. Correa., T. Machado, J.J. Ramirez, L.F. Velasquez & F. Zuluaga (1984): Estudio Limnológico de la Represa del Peñol. -*Actualidades Biológicas* 13 (50): 94-105.
- Romero, L.E. & H. von Prael (1988): El camarón rojo de río, *Procambarus clarki*. -*Boletín Red Acuicultura* 2: 11-15.
- Ruiz, J.E. & J. Gómez (1989): Calidad del agua en Colombia. Publ. Inst. Colom. Meteor. Hidrol. & Adec. Tierras HIMAT, 442 pp.
- Ruiz-C., P.M. & J.D. Linch (1982): Dos nuevas especies de *Hyla* de Colombia. - *Caldasia* 13 (64): 647-671.
- Ruiz, P.M., J. Hernandez & M.C. Ardila (1986): Una nueva especie colombiana de *Centrolene* y redefinición del género.- *Caldasia* 15 (71-75): 431-444.
- Ruiz, P., E. Peña & M.L. Palacios (1982): Primer Informe del estudio limnológico de la laguna de Sonso. - Club de Buceo, Univ. del Valle, Cali, 41 pp.
- Schmidt-Mumm, U. (1991): Flora vascular acuática I. (Parque Nacional Natural Chingaza). - *Cuad. Divulg. Fac. Cienc. Univ. Javeriana* 8: 1-15.
- Taylor, Wm. R. (1935): Alpine Algae from the Santa Marta Mountains, Colombia. - *Am. J.Bot.* 22 (9): 763-781.
- Thiébaud, M. (1914): Copépodes de Colombie et des Cordillères de Mendoza. - *Mém. Soc. neuch. Sc. nat.* 5: 160-175.
- Uribe, B. & G. Roldán (1975): Estudio comparativo de algunas características fisicoquímicas y biológicas del embalse del Peñol (Nare). - *Actualidades Biológicas* 4 (11): 2-12.
- Valderrama, M. (1982): Algunos aspectos pesqueros del subsistema Amazonas, perteneciente a la cuenca colombiana. Informe inédito, INDERENA, 72 pp.
- Valderrama, M. (1985): Embalses y problemática pesquera. - *Ciencia y Tecnología, Colciencias (Bogotá)* 3 (3): 11-14.
- Valderrama, M. (1986): Análisis de la situación actual y perspectivas de desarrollo pesquero en embalses de Colombia. - *Divulgación Pesquera* 22 (3-5): 72-91.
- Van der Hammen, Th. (1986): La Sabana de Bogotá, y su lago en el pleniglacial medio. - *Caldasia* 15 (71-75): 249-262.
- Van der Hammen, Th. & E. Gonzalez (1963): Historia del clima y 'vegetación del pleistoceno y del holoceno de la Sabana de Bogotá. - *Bol. Geol. (Bogotá)* 11 (1-3): 189-266.
- Victoria, C. & L.C. García (1983): Efecto del represamiento de ríos tropicales con llanura inundable. – Documento

ISA / Medellín, Sección Medio Ambiente.

Vijninga, V.M., O. Rangel. & A.M. Cleef (1989): Botanical ecology and conservation of the Laguna de La Herrera (Sabana de Bogotá, Colombia). - *Caldasia* 16 (76): 23-40.

West, G-S. (1914): A Contribution to our knowledge of the Freshwater Algae of Columbia. - *Mem. Soc. neuch. Sc. nat.* 5: 1013- 1051.

Zimmer, C. (1914): Beitrag zur Kenntnis der Süßwasserdekapoden Kolumbiens. - *Mém. Soc. neuch. Sc. nat.* 5: 1-8.