

2

DIVERSIDAD BIOLÓGICA DEL SUR DE LA AMAZONIA COLOMBIANA



Adriana Prieto-C.
Instituto Humboldt

Juan Carlos Arias-G.
Instituto Sinchi

Coordinadores de capítulo

Diversidad biológica del sur de la Amazonia colombiana

Adriana Prieto-C.

Instituto Humboldt

Juan Carlos Arias-G.

Instituto Sinchi

Colombia es reconocida como país megadiverso por poseer el 10% de la biodiversidad terrestre mundial en el 0,7% del área. La gran región amazónica constituye el 45% del bosque tropical en el mundo (Malhi *et al.* 1999), y en Colombia los departamentos de Amazonas, Caquetá y Putumayo, representan el 3% de la Amazonia total. Así el área de estudio, corresponde al 20% del territorio nacional donde se calcula que alrededor del 50% de los seres vivos del país están representados en la Amazonia (Hernández 1984 en Cárdenas y López 2000).

La región alberga una gran biodiversidad debido a que sus componentes físicos y bióticos son el resultado de procesos evolutivos, biogeográficos y ecológicos que involucran áreas del Escudo Guayanés (Caquetá), el basin amazónico (Caquetá, Putumayo y Amazonas) y el piedemonte andino (Putumayo y Caquetá); esta variedad incluye diferentes sistemas ecológicos, tanto terrestres como acuáticos, con todos sus componentes, además de grupos étnicos con diferentes formas de relación con el entorno.

Los ambientes de la región y su biota reúnen procesos evolutivos desde el comienzo de la deriva continental hasta procesos geológicamente recientes, como el levantamiento de los Andes. Los eventos geológicos básicos que confluyeron en la región son la separación de Gondwana (Cretáceo medio - 90 millones de años antes del presente); el posterior contacto entre África y Suramérica a través de islas (Eoceno - 38 millones de años AP); la unión intermitente entre norte y suramérica (Plioceno medio - 5.7 millones de años) y por último, las fluctuaciones climáticas relacionadas con las glaciaciones en las zonas templadas (Pleistoceno - 2.5 millones de años), evento que afectó la cobertura del bosque amazónico, reduciendo su extensión hasta unas pocas áreas o refugios, durante los largos períodos secos. El aislamiento genético de las poblaciones se considera el principal factor en la evolución de la diversidad de las especies en la Amazonia (Prance 1978, van der Hammen 1992).

La cuenca del Amazonas corresponde a una vasta depresión intracratónica originada a lo largo de la zona de rompimiento del Escudo Precámbrico y entre el Escudo Guayanés al norte, y el Escudo brasileiro al sur, lo cual tuvo lugar entre 3.500 y 600 millones de años AP. La orogénesis de ese período produjo tres arcos o áreas de levantamiento de forma sigmoide que corren de NO a SE y atraviesan la cuenca cerca de Iquitos-Perú (arco de Iquitos), al oeste de Manaos-Brasil (arco de Purú) y al este la boca del río

Xingú (arco de Gurupá). Se cree que estas tres áreas se mantuvieron separadas durante las transgresiones marinas (Daly y Prance 1989), lo cual promovió el aislamiento de especies y posterior contacto de sus componentes, favoreciendo la especiación.

Fisiográficamente, el sur de la Amazonia colombiana incluye la vertiente oriental de la cordillera Oriental, el piedemonte amazónico, la planicie amazónica y las serranías, sierras, mesetas, colinas y cerros aislados (inselbergs) (Hurtado 1992). Con base en su geología, geomorfología, suelos y régimen climático, Domínguez (1985) reconoce tres unidades básicas para la región: 1) las planicies del Terciario, con selva densa de los interfluvios de los ríos Caquetá, Amazonas, Putumayo y Apaporis; 2) la Amazonia central, con selvas densas y sabanas de las terrazas y superficies de erosión y colinas altas del río Vaupés; y 3) las mesetas, con vegetación de matorral xeromórfico dominado por arbolitos y arbustos enanos que presentan hojas coriáceas (Chiribiquete).

La Chorrera



Las principales formaciones vegetales que se manifiestan, dependiendo de los suelos y su capacidad de retención de agua, son las selvas de tierra firme, selvas inundables permanente o periódicamente por ríos de aguas blancas (várzeas) o aguas negras (igapós), las sabanas amazónicas con predominio de vegetación rala no graminoide, las sabanas naturales o estacionales con predominio de gramíneas (graminoide) y

los complejos en los afloramientos rocosos. Finalmente en la vertiente oriental de la cordillera Oriental se presentan gradientes con selvas de piedemonte (subandinas) y selvas andinas (Hurtado 1992).

Los ambientes acuáticos se asocian a la disponibilidad del recurso hídrico, las condiciones de fisiografía y clima, y las comunidades bióticas presentes. La dinámica de los ecosistemas acuáticos, su productividad y su oferta de bienes o servicios, se relaciona con el ciclo hidrológico. Durante la estación lluviosa, amplias áreas a lo largo de los ríos principales y sus afluentes se inundan, conformando ambientes estacionales que se suman a los cuerpos de aguas permanentes (ríos, quebradas y lagos), matizando una biota propia.

La combinación de los anteriores eventos y sus particularidades permiten que la región sur de la Amazonia colombiana, reúna una de las mayores diversidades biológicas del planeta. Esta riqueza ha sido reconocida por el Estado colombiano, quien a través de

su política ambiental, busca dar lineamientos para un adecuado uso, conservación y estudio de la zona. La Política Nacional de Biodiversidad incluye la caracterización de los componentes de la biodiversidad y el fortalecimiento, recuperación y divulgación del conocimiento y las prácticas tradicionales, como objetivos fundamentales de la base de la información en el país.

Considerando la biodiversidad como la variabilidad de organismos vivos, los sistemas ecológicos de los que forman parte, y la existente dentro de cada especie, entre especies y entre ecosistemas, este capítulo pretende establecer el estado del conocimiento en diferentes componentes de la biodiversidad como los ecosistemas terrestres, acuáticos y diferentes grupos biológicos.

La consolidación de la información contenida en éste capítulo, se efectuó a partir de una revisión de los estudios publicados e inéditos para la región sur de la Amazonia. Para establecer el estado de cada uno de los componentes evaluados, los autores efectuaron una revisión de las bases de datos consignadas en la caja de herramientas, preparada en enero de 2006 por el Instituto Alexander von Humboldt, Corpoamazonia y el Instituto Sinchi; esta caja incluyó los listados de publicaciones de los centros de documentación del Instituto Humboldt, el Herbario Amazónico Colombiano-COAH, la Universidad Nacional de Colombia (Instituto de Ciencias Naturales, Biblioteca Central y Departamento de Biología), Fundación Tropenbos, Biblioteca Luis Ángel Arango, Universidad Javeriana, Universidad de los Andes, Fundación Puerto Rastrojo, Fundación Natura, Unidad de parques y MAVDT, además de las bases de datos compiladas por Peñuela *et al.* 2004.

Adicionalmente se consultaron otras fuente como revistas de circulación nacional e internacional, dentro de las que se destacan *Caldasia* (1945-2006), *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* (1955-2006), *Acta Biológica Colombiana* (1998-2005), *Biota Colombiana* (2000-2006), *Colombia amazónica* (1985-1995), *Biotropica*, *Acta amazónica*, *Annals of The Missouri Botanical Garden*, *Conservation Biology*, *Journal of Ecology*, *Ecological Research*, *Ecology Letters*, *Global Change Biology*, *Journal of Applied Ecology*, *Global Ecology and Biogeography*, *Journal of Biogeography*, *Oikos*, *Journal of Mammalogy* (1960-2006), *Mastozoología Neotropical* 1994-2006, *Vida Silvestre Neotropical* (1991-2000), *Bulletin of the American Museum of Natural History* (1996). Se consultaron las bases de datos bibliográficas *JStore* (1980-2001), *Science Direct* (1996-2006) y *Blackwell-Synergy*.

También se revisaron publicaciones especializadas no seriadas como el Compendio Ornitológico de Colombia, el Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad en Colombia (Cháves M. E. (Ed.) 1998), *Diversidad Biótica* (Rangel (ed.) 1995 y Rangel *et al.* (eds) 1997), las memorias del Octavo Congreso Latinoamericano y Segundo Colombiano de Botánica (Rangel-Ch. *et al.* 2002), el Atlas Ecológico de la Amazonia Colombiana (Fundación Puerto Rastrojo 2001), el cual incluye registros de distribución

provenientes de un gran número de fuentes bibliográficas, las líneas base de los Parques Nacionales Naturales La Paya, Cahuinarí, Puré y Amacayacu (2005-2009), memorias de los congresos internacionales sobre manejo y conservación de fauna silvestre en Amazonia y Latinoamérica (1997-2002), y literatura gris en bases de datos nacionales (Rincón 2000 y Rincón *et al.* 2005)

Se analizaron bases de datos de instituciones nacionales e internacionales, tales como la RED SCienTI (XACTA, CvLAC y GrupLAC) de Colciencias (Colciencias 2006), así como la base de datos del Mecanismo de Facilitación del Convenio sobre Diversidad Biológica (CHM 2006) y la base de datos bibliográfica del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) con sede el Palmira (Valle).

Para obtener los listados de especies de los diferentes grupos biológicos, los autores revisaron también las bases de datos y colecciones de museos, herbario y colecciones biológicas del ICN y el Instituto Humboldt, Museo Jorge Hernández Camacho del Instituto Humboldt, Herbario COAH y FMB, *Field Museum of Natural History* (FMNH), *Louisiana State University Museum of Zoology* (LSUMZ), *Museum of Comparative Zoology* (MCZ), *Museum of Vertebrate Zoology* (MVZ), el catálogo impreso de la colección del Museo Nacional de Historia Natural (USNM) de los Estados Unidos. Finalmente, el Instituto Humboldt solicitó los registros de las colecciones de aves de *Los Angeles County Museum of Natural History* (LACM), *University of Michigan Museum of Zoology* (UMMZ), y de la *Western Foundation of Vertebrate Zoology* (WFVZ).

Posteriormente se realizó un análisis de la información compilada para identificar las temáticas abordadas, el enfoque de los trabajos, el nivel de profundidad, el cubrimiento geográfico, los grupos biológicos estudiados, las instituciones involucradas y la continuidad de estos estudios. Finalmente se determinaron vacíos de información existentes para la región y se construyó un marco de referencia para las investigaciones futuras.

2.1 Ecosistemas terrestres

Uriel Gonzalo Murcia García,
María del Mar Rendón Ordúz
Instituto Sinchi

En el sur de la Amazonia colombiana existen distintas figuras legales de ordenación del territorio: departamentos, resguardos indígenas, parques nacionales naturales, reservas naturales, reservas forestales, distritos de manejo de suelos. Sin embargo, al considerar la región amazónica colombiana desde el punto de vista de la vegetación o como cuenca hidrográfica, hay que tener presente que las fracciones de los departamentos de Nariño y Cauca, al oriente de la cordillera oriental, podrían ser incluidas como parte de la Amazonia.

Si a los aspectos legales del territorio se le suma la diversidad de recursos biológicos que caracterizan a la región, y las distintas expresiones culturales de los pueblos (indígenas, campesinos y colonos), se obtiene una gran complejidad ambiental. Los ecosistemas terrestres están siendo sometidos a fuertes presiones por parte de la sociedad como resultado de la colonización no planificada, con la subsiguiente transformación de los paisajes, afectación de los recursos naturales y una paulatina y constante pérdida de capital natural. El estudio de los ecosistemas brinda información de las características biofísicas y sociales del espacio, que permiten adelantar acciones de planificación para el uso, investigación, conservación y normatización de los territorios.

La información existente sobre los ecosistemas de la región, ha sido el resultado de estudios realizados por distintas instituciones, con escalas, momentos y coberturas geográficas diferentes. Algunos de estos trabajos se han publicado formalmente, mientras otros se mantienen como informes técnicos de los proyectos que los produjeron.

Un total de 34 estudios relacionados con los ecosistemas de la región sur de la Amazonia colombiana fueron revisados y analizados, de los cuales cinco hacen una aproximación nacional, cuatro tienen cubrimiento regional de toda o gran parte de la Amazonia colombiana, nueve tienen una cobertura parcial de la Amazonia en áreas diferentes a la jurisdicción de Corpoamazonia y 16 están ubicados en la zona de estudio, total o parcialmente. Estas aproximaciones guardan relación con el nivel de detalle en el que se realizaron los diferentes análisis de la información fuente y de los productos publicados, los cuales van desde las escalas pequeñas para lo nacional (< de 1:500.000), escalas de 1:500.000 a 1:100.000 para los de cubrimiento regional y en escalas mayores de 1:100.000 para los subregionales o locales.

Trabajos realizados sobre ecosistemas

Existen diversos trabajos relacionados con la delimitación, clasificación y elaboración cartográfica de unidades ecológicas. Según Rodríguez *et al.* (2004), en el contexto de América del sur se destaca la propuesta de ecorregiones para América Latina y el Caribe elaborada por Dinerstein *et al.* (1995), el mapa de ecorregiones del mundo de Olson *et al.* (2001), donde se utilizan como insumos, mapas globales de provincias zoogeográficas y de flora (Rübel 1930, Gleason y Cronquist 1964, Good 1964; citados en Rodríguez *et al.* 2004), mapas globales y regionales de unidades de distribución de especies de flora y fauna (Hagmeier 1966; citado en Rodríguez *et al.* 2004), mapas mundiales de provincias bióticas (Dasmann 1973, 1974, Udvardy 1975; citados en Rodríguez *et al.* 2004), mapas globales de tipos de vegetación (UNESCO 1969, deLaubenfels 1975; citados en Rodríguez *et al.* 2004). Para la zona de Neotrópico, emplean la clasificación de hábitats de Brasil (IBGE 1993) y los mapas de zonas de vida (Holdridge 1977).

Desde el punto de vista geográfico, existen 13 trabajos realizados para toda la Amazonia colombiana en escalas de 1:500.000 o menores, que incluyen estudios nacionales; de ellos, nueve tienen explícitamente el tema de ecosistemas como parte de sus objetivos,

pero en todos se estudian los espacios desde una aproximación ecológica. Algunos de estos trabajos sólo cubren parte de la Amazonia (IGAC 1997, Murcia *et al.* 1998, 1999, CPRM y Sinchi 2000, Rodríguez *et al.* 2004, Romero *et al.* 2004).

En la escala temporal, un estudio se hizo en la década de 1970 (IGAC 1979), seis en la década de los años 1990 (Etter 1992, Ideam 1996, IGAC 1999, Etter 1998, Murcia *et al.* 1998, 1999) y cinco en la presente década (Márquez y Perez 2003, Murcia *et al.* 2003, Rodríguez *et al.* 2004, Romero *et al.* 2004, Fandiño-Lozano y van Wyngaarden 2005), incluyendo el actual proceso nacional para consolidar la producción sistemática de información de los ecosistemas del país (Ideam *et al.* 2006).

Hay 14 estudios en escalas entre 1:100.000 y 1:500.000, ocho de los cuales tienen ubicación en la Amazonia sur colombiana, INPA I y II (IGAC 1993, 2003), el levantamiento ecológico del medio Caquetá (Duivenvoorden y Lips 1993), las zonas muestras de La Chorrera, Alto Putumayo y Puré del estudio de indicadores ambientales (Rudas *et al.* 2002), la zonificación forestal de Tarapacá (Cárdenas *et al.* 2004) y el inventario de los humedales del Caquetá (Ricaurte *et al.* 2004). Sólo dos estudios se realizaron en la década pasada y seis en la presente.

Panorámica del
Corregimiento
de La Chorrera
(Amazonas)



Finalmente, se ha realizado tres trabajos en escalas mayores a 1:100.000 en la jurisdicción de Corpoamazonia (Sosa y Mohr 1989, Urrego 1997, Murcia *et al.* 2004). Estos estudios solo cubren una pequeña parte de la jurisdicción en escalas 1:20.000, 1:25.000 y 1:50.000 respectivamente, con una cobertura espacial inferior a los 2.000 km², poco representativos frente a los más de 220.000 km² de la jurisdicción de la Corporación (anexo 3).

Aspectos convergentes o divergentes

Las propuestas conceptuales y metodológicas empleadas en los diferentes trabajos son comparables, en la medida que para delimitar y clasificar los ecosistemas integran temáticas como clima, geformas o suelos y coberturas de la tierra, integrando en la mayoría de los casos lineamientos de la ecología del paisaje para realizar la zonificación y caracterización de los paisajes o ecosistemas.

Aun así, no es fácil consolidar en capas continuas sobre el territorio los distintos trabajos realizados, dadas las características, diferencias de escala, fechas de toma de datos, análisis efectuados y sobre todo a la falta de información y datos básicos con los cuales se realizaron. A esto se suma el que cada persona o entidad realice estudios sobre ecosistemas, siguiendo sus propias metodologías, con objetivos particulares.

Otro aspecto que amerita atención es el énfasis que se le ha dado a los ecosistemas terrestres y la falta de análisis de los ecosistemas acuáticos. Urrego (1997) profundiza en las relaciones entre el componente acuático y el terrestre del ecosistema de zona inundable, sin que ese sea el común de los análisis realizados.

Los estudios han centrado el interés en la distribución de los ecosistemas en el territorio. Mediante el uso de indicadores, algunos estudios presentan análisis de cambios espaciales de manera multitemporal (Rudas *et al.* 2002). Trabajos como el de Fandiño-Lozano y van Wyngaarden (2005), proponen nuevas aproximaciones de análisis e interpretación de la información sobre los ecosistemas, enfocada a la toma de decisiones sobre conservación de biodiversidad en las áreas protegidas del país.

Aspectos a resaltar

En términos generales, los estudios no han obedecido a un programa debidamente estructurado con objetivos de largo plazo, o al menos objetivos debidamente identificados y concertados sobre el tema. Corresponden más a una serie de trabajos desde iniciativas particulares o académicas para la producción de informes técnicos. En pocos casos se evidencia un trabajo continuo en el tiempo y el espacio, con discontinuidad en la cobertura geográfica, las escalas de detalle, la temporalidad de los mismos y la institución que los produjo.

No siempre la información de los ecosistemas se integra totalmente o de manera sistemática en la planificación, la toma de decisiones o la formulación de políticas como base de la gestión ambiental. Sin embargo, en algunos casos se ha tenido en cuenta de manera indirecta, como apoyo en la formulación de planes o esquemas de ordenamiento del territorio, Planes de Acción Trienal – PAT – y Planes de Gestión Ambiental Regional – PGAR. Se ha propuesto que esta información se incluya para hacer seguimiento, mediante indicadores al estado del ambiente y a los procesos de gestión ambiental.

No se ha logrado consolidar una base de información sobre los ecosistemas terrestres de la región, soportada en los datos básicos obtenidos ya sea de sensores remotos o en campo. En general sólo se encuentran publicaciones o informes técnicos, pero los datos básicos no están disponibles. Pareciera que las publicaciones son el fin último de los estudios, o se asume que en estos productos de información se encuentra el total de la base de información. Algo que se debe determinar para los trabajos realizados, es dónde están las bases de datos de cada estudio, ¿Están debidamente documentadas? ¿Los datos son accesibles? ¿Mediante qué mecanismos?

Los estudios con cubrimiento nacional se han enfocado básicamente a la producción de cartografía de los ecosistemas y en algunos casos a su caracterización. En escalas regionales y locales, en los últimos 20 años, la Amazonia colombiana ha sido objeto de varios estudios que contemplan el contexto biofísico, utilizando información satelital como insumo básico y caracterizaciones de campo, como el proyecto PRORADAM (IGAC 1979), destacan los trabajos del INCORA (1976-1978) en las áreas del Caquetá, Guaviare y Duda-Guayabero y el Mapa de fisiografía y formaciones vegetales de la Amazonia y Orinoquia (1:2.500.000) (Etter 1992).

En la integración de aspectos biofísicos de clima, suelos, procesos geomorfológicos, vegetación y uso de la tierra, que permitan realizar una cartografía ecológica, desde 1986 se han desarrollado proyectos para realizar levantamientos semidetallados y generales en el medio río Caquetá (Duivenvoorden *et al.* 1988) y en el eje fluvial Macarena-Guayabero (Etter *et al.* 1988). En 1999, el IGAC publicó el estudio Paisajes Fisiográficos de Orinoquia-Amazonia – ORAM, donde se definieron y caracterizaron unidades cartográficas con criterios geográficos, climáticos, macrorelieve, material parental de suelos, hidrología, suelos, vegetación natural, uso de la tierra e inestabilidad de los paisajes.

Por su parte el Instituto Sinchi ha realizado varios trabajos de zonificación desde una aproximación integral del territorio en la cuenca del río Putumayo (Murcia *et al.* 1998, 1999), el área Apaporis Tabatinga – PAT (IGAC 1997, CPRM y Sinchi 2000), Tarapacá (Cárdenas *et al.* 2004), La Chorrera (Murcia *et al.* 2001) y el área de Ascal-G (Murcia *et al.* 2004), además del inventario y tipificación de humedales en Caquetá (Ricaurte *et al.* 2004).

A escalas locales, muchos trabajos han aplicado la teoría ecológica del paisaje. Con el uso de indicadores, el análisis de la heterogeneidad de los ecosistemas (biodiversidad ecosistémica) y de las interacciones entre los componentes biofísicos y socioeconómicos,

se logran aproximaciones al conocimiento de la estructura y funcionalidad de un área geográfica. El conocimiento integrado y funcional que proporciona la ecología del paisaje aporta bases de información y elementos para la toma de decisiones que tienen amplio campo de aplicación en procesos de planificación y gestión relacionados (Villa 2004).

Vista aérea de los bosques en cercanías del corregimiento de Tarapacá (Amazonas)



Estado de los ecosistemas cartografiados

Los procesos de colonización, la expansión de las fronteras agrícola y ganadera, y la ampliación de las zonas de cultivos de uso ilícito como coca y amapola, han ocasionado una acelerada transformación de los paisajes de la región durante el último siglo, con mayor énfasis en las últimas tres décadas. El fenómeno de ocupación no planificada de estos territorios sobre la base de la deforestación, ocasiona la fragmentación y la reducción de la biodiversidad de los bosques amazónicos.

Etter (1992) estudió la transformación de los ecosistemas, delimitando los espacios ocupados sobre mapas legales y de uso del paisaje, y determinó que en 1989 existían 4.000.000 de hectáreas afectadas por procesos de colonización, de las cuales 2.000.000 estaban efectivamente deforestadas. Si se hace una aproximación de esta situación para la zona sur de la Amazonia, cerca de 2.800.000 hectáreas estaban afectadas por transformación, y 1.540.000 estaban efectivamente deforestadas, es decir el 69% y el 77% de los totales respectivos reportados para la Amazonia colombiana.

El mapa de ecosistemas de Colombia (Etter 1998) identifica que en el área de jurisdicción de Corpoamazonia, el 84,7% del territorio aun conservaba ecosistemas naturales, y por tanto el 15,3% correspondía a ecosistemas transformados principalmente con pastos cultivados para el sistema de ganadería semiextensiva (Rudas *et al.* 2002).

Como resultado del análisis multitemporal de las décadas de 1980 y del 2000, a partir del estudio de indicadores para seguimiento a la política de biodiversidad en la Amazonia (Rudas *et al.* 2002), se estableció que las zonas del alto Putumayo y Puré sufrieron una modificación porcentual de la superficie de sus ecosistemas naturales de 43,2 a 28,0% y de 99,4 a 99,2% respectivamente. En la zona de La Chorrera, para 1985, el porcentaje de ecosistemas naturales era del 98,3%.

La modificación de los ecosistemas para usos pecuarios, coincide con el denominado anillo de poblamiento, que para el año 2001 incluía el 20% del área total regional de la Amazonia colombiana (Murcia *et al.* 2003, Gutiérrez *et al.* 2004). En los departamentos de Amazonas, Caquetá y Putumayo los porcentajes incluidos en este anillo eran respectivamente 0%, 32,9% y 60,9%. En total para el territorio de Corpoamazonia se incluyen 44.404 km² dentro del área de colonización.

Los cultivos de uso ilícito para el año 2004 (ONU 2005) se registraban en los departamentos de Amazonas, Caquetá y Putumayo con 783; 6.500 y 4.386 ha respectivamente. Este uso de la tierra ha sido uno de los dinamizadores en la transformación de los ecosistemas, principalmente en Caquetá y Putumayo; sin embargo, en el departamento de Amazona, sobre los ríos Igará-Paraná y Cara-Paraná, comienza a notarse una expansión de este tipo de cultivos (ONU 2005).

Recomendaciones

Se recomienda consolidar un proceso que permita a la región amazónica la obtención permanente de información de los ecosistemas con cubrimiento geográfico continuo, y temporalmente sistemático. Para esto, es preciso producir información, incluyendo además de los mapas de ecosistemas terrestres y acuáticos, mapas de los agroecosistemas, desde donde se genera en gran medida la transformación de los ecosistemas naturales. Esta información debe hacerse disponible a través de mecanismos como el Sistema de Información Ambiental para Colombia SIAC (IDEAM *et al.* 2002) y específicamente para esta región, en el Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia colombiana SIAT-AC (Sinchi 2006).

Una iniciativa de este tipo debe avanzar en acuerdos que faciliten la obtención de información, eviten los esfuerzos repetidos y propicien la conformación de una base de información y conocimiento alrededor de los ecosistemas. Es necesario observar los roles institucionales y responsabilidades de las entidades del Estado o de aquellas que están en este marco de actuación sobre el tema de producción de información de los ecosistemas, con el objetivo de propiciar alianzas para los nuevos trabajos, y acordar prioridades de información en detalle o escalas de los estudios, temporalidad, cubrimiento geográfico, protocolos y estándares, así como también en la diseminación de la información, entre otros.

De esta manera, la región podrá avanzar de manera eficiente en el conocimiento de sus ecosistemas, potenciar el uso, manejo y valoración de los recursos naturales contenidos en éstos y propiciar la equitativa distribución de beneficios que se obtengan por el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad. Se debe tener en cuenta un sistema de seguimiento y evaluación de los ecosistemas, que incluya el estado, las dinámicas, los impactos que los afecten y las acciones que se tomen para su uso, conservación o recuperación. Así se obtendrá de manera sistemática un balance anual sobre estos aspectos, que serviría como insumo para orientar la investigación, la ocupación del territorio y la gestión ambiental de la región.

Otros aspectos que podrían analizarse para priorizar las acciones futuras alrededor de los ecosistemas terrestres pueden ser:

- Adelantar estudios que permitan conocer los grados de vulnerabilidad y los mecanismos de adaptabilidad de los ecosistemas ante el cambio climático y zonas de mayor importancia, ya sea por los niveles de amenaza que tengan o por el soporte que ofrecen a los procesos de desarrollo en la región. También se deben realizar proyectos que permitan establecer las amenazas relacionadas con la pérdida de biodiversidad, alteración del ciclo hidrológico, degradación de suelos, inundaciones y aumento de enfermedades tropicales
- Conocer de manera acertada y oportuna las relaciones entre ecosistemas, agroecosistemas, procesos de ocupación, sistemas de producción-extracción y los procesos de urbanización

- Establecer puentes de entendimiento entre las aproximaciones que desde las instituciones se hacen de los ecosistemas y las percepciones que desde los pueblos indígenas se tienen del territorio y de la correspondencia con estas unidades fruto de construcciones sociales
- Propiciar que la información, datos y productos que se obtengan de estudios sobre ecosistemas se integren a los procesos de planeación regional, a la formulación de políticas, a la elaboración de planes de ordenamiento del territorio, para el uso y manejo de los recursos naturales a los programas y proyectos de investigación
- Corpoamazonia es la única corporación de Colombia que comparte territorio de su jurisdicción con tres países, por tanto, es importante lograr una adecuada gestión ambiental en este tema, consolidar de manera coordinada procesos que permitan tanto a esta Corporación como a las entidades homólogas en esos países, contar con información suficiente, adecuada y unificada, como base para la toma de decisiones en la administración, uso de los recursos naturales y seguimiento del estado ambiental del territorio
- Finalmente, es importante resaltar los esfuerzos que en la actualidad se están realizando para hacer uso de información de sensores remotos tipo satelital para apoyar el mapeo de los ecosistemas. Dadas las condiciones atmosféricas de la región, el uso de satélites ópticos tiene inconvenientes por interferencia de nubes principalmente; ante esta situación se está consolidando el uso de información satelital de radar, la cual no es afectada por estos problemas. Entre los trabajos realizados en la Amazonia que hacen uso de información de radar para la producción de mapas de coberturas y de ecosistemas están los de Quiñónez (1995, 2002). Para trabajos futuros dicho recurso podría convertirse en una buena alternativa para obtener información.

2.2 Ecosistemas acuáticos

Santiago R. Duque, Silvia López-Casas

Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonia

Marcela Núñez-Avellaneda

Instituto Sinchi

Zonia Yanet Marín Galeano

Corpoamazonia

El agua dulce representa tan solo el 2,5% de la masa líquida del planeta; la mayor parte de este recurso se concentra en los casquetes polares y depósitos subterráneos (99,5%), por lo que apenas una fracción se encuentra en los ecosistemas acuáticos en forma de ríos o lagos y es en la Amazonia donde se produce cerca del 20% del agua dulce que llega a los océanos (Goulding *et al*, 2004).

El sur de la Amazonia colombiana posee una intrincada red fluvial y de sistemas conexos, con dos grandes vertientes que desembocan directamente al gran río Amazonas. La primera, la del río Caquetá, posee a lo largo de su canal principal 2.280 km, de los cuales, 1.200 corren por territorio colombiano (Duivenvoorden y Lips 1993). La segunda cuenca, la del río Putumayo, tiene una longitud aproximada de 2.000 km y recorre el territorio colombiano en 1.550 km. Además encontramos las cuencas de los ríos Vaupes, Guanía y en el sur de la región se encuentra 176 km de río Amazonas (Alonso *et al.* 2005).

La importancia de los sistemas acuáticos de la región es vital como parte fundamental del ciclo climático mundial así como por ser una de las principales fuentes de recursos hídricos, hidrobiológicos y económicos de la región.

Con base en la revisión de la documentación que hace referencia a las condiciones limnológicas de los ambientes acuáticos desde un punto físico, químico y biológico (particularmente en microorganismos, invertebrados y plantas acuáticas), se presenta el estado del conocimiento en ecosistemas acuáticos, y se sugiere una perspectiva de investigación y acción en el estudio de los ambientes acuáticos de la Amazonia colombiana y áreas fronterizas.

Una mirada a las instituciones y literatura en el estudio de los ambientes acuáticos

Las últimas décadas se consideran como las más dinámicas en investigaciones sobre el recurso agua en la Amazonia colombiana, gracias a la presencia de entidades como el Instituto Sinchi, las Universidades Nacional de Colombia (sede Amazonia) y Amazonia (Florencia), Inderena, SENA, Parque Nacional Natural Amacayacu, Corpoamazonia y la Corporación Autónoma Regional del Putumayo - CAP, así como las organizaciones no gubernamentales nacionales e internacionales (Centro de Cooperación al Indígena –CECOIN-, Fundación Omacha, Fundación Natura, Tropenbos, Fondo FEN – Colombia), entre otros.

Otras instituciones, aunque no tienen como base la región, han hecho presencia principalmente a través de trabajos de tesis, como las Universidades Nacional de Colombia (UN) sede Bogotá, Los Andes, Cauca, Distrital de Bogotá, Industrial de Santander, Javeriana, Jorge Tadeo Lozano, Magdalena, UN sede Medellín, Pedagógica Nacional, Valle, el Instituto Tecnológico del Putumayo, Ideam, Secretaría de Educación Departamental del Amazonas, además de entidades internacionales, tales como la Convención Ramsar, Organización Internacional para las Migraciones, OEA, *Wild Life Conservation International* - Fundación GEA, Programa Iberoamericano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología CYTED, Universidad de Vigo (España), Universidad de Sevilla (España), Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid (España), *The Nature Conservancy* y el Programa de Cooperación Internacional de la Junta de Andalucía (España), entre otras.

En bases de datos y bibliotecas de estas entidades se encontraron cerca de 164 documentos distribuidos en tesis (35%), informes técnicos institucionales (22%), presentaciones en eventos y artículos (18%). El mayor porcentaje de tesis corresponde a pregrado, seguido de las de maestría y solamente un 2% a nivel de doctorado. La información generada representa una mayor producción bibliográfica para el departamento Amazonas (41%) respecto al Putumayo (26%) y Caquetá (33%), siendo una fracción importante los artículos en el Amazonas, eventos e informes para el Putumayo y para el Caquetá las tesis, eventos e informes (figura 7).

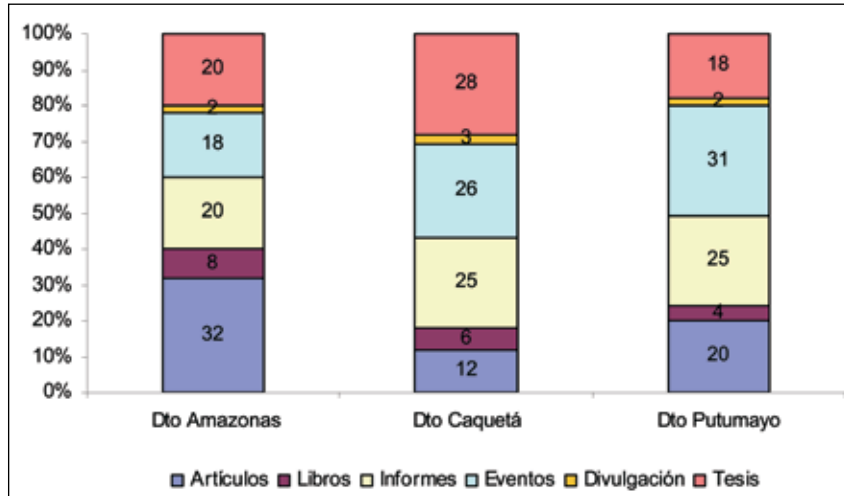
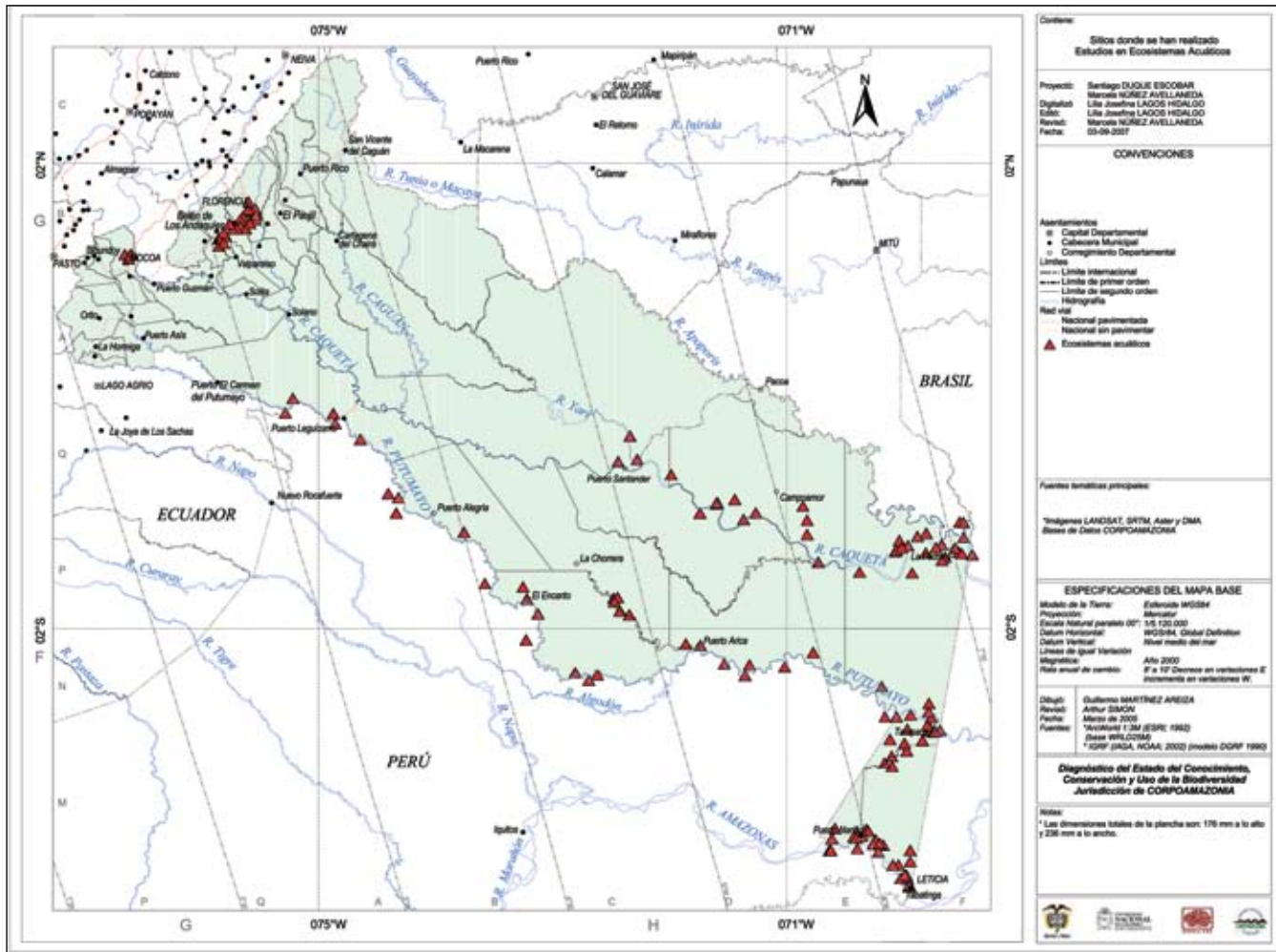


Figura 7.
Información generada por departamento

Escalas de trabajo en ambientes acuáticos del sur de la Amazonia colombiana

De acuerdo con la propuesta de Alonso *et al.* 2005, basada en los criterios de Poiani *et al.* 2000, los estudios se han realizado en cuatro escalas espaciales: mega (1:3.000.000), macro (1:500.000), meso (1:250.000, 1:100.000) y microescala (<1:50.000). La mayoría de éstos se han desarrollado en las escalas macro y meso, los cuales han visitado 64 ecosistemas lénticos y 86 ambientes lóticos centrándose en las cuencas de los ríos Caquetá (50%), Amazonas (27%) y Putumayo (23%).

A estas escalas también se incluyen los trabajos dentro de proyectos binacionales con Brasil y Perú en áreas fronterizas que comparten los departamentos de Amazonas y Putumayo especialmente. La figura 8 muestra la ubicación de dichos estudios.



Fuente: Sistema de Información Ambiental Georreferenciado de Corpoamazonia, 2007

Figura 8. Ecosistemas acuáticos estudiados en el sur de la Amazonia colombiana

Cuando a esta dimensión de escalas espaciales se le conjuga el concepto de ecorregiones acuáticas para el territorio colombiano, la Amazonia colombiana correspondería a las tierras bajas amazónicas, andina-amazónica y piedemonte Napo-Marañón (TNC *et al.* 2006). A manera de ilustración, a continuación se dan algunos ejemplos de las escalas con su correspondiente ecorregión:

- **Megaescala (1:3.000.000):** Estudio de la dinámica poblacional del dorado (*Brachyplatystoma flavicans*) a lo largo de 3.800 km en los principales puertos de desembarque del río Amazonas. Estuario, Santarém, Manaus y Tefé en el Brasil, Leticia (Colombia) e Iquitos (Perú). De acuerdo a la jerarquía de clasificación correspondería a una ecorregión de agua dulce
- **Macroescala (1:500.000):** En el marco de la evaluación de la actividad pesquera, biología y ecología de peces de interés comercial y análisis de información física y química del agua, donde se realiza esta actividad en cuatro cuencas hidrográficas de la Amazonia colombiana. Amazonas (Leticia), Putumayo (Puerto Leguísimo, Tarapacá), Caquetá (Araracuara) y Guaviare (San José del Guaviare). Según TNC *et al.* 2006, esta escala corresponde a unidades de cuenca ecológica dentro de una ecorregión acuática

- Mesoescala (1:250.000): Zonificaciones ecológicas y económicas en las áreas de frontera: Zonificación ambiental del Plan modelo colombo-brasilero Tabatinga-Apaporis-PAT (área colombiana y brasilera) (Duque *et al.* 1997), Plan para el manejo integral de la cuenca del río Putumayo - PPCP, desarrollado entre Colombia y Perú (Murcia *et al.* 1998), Inventario y tipificación de humedales del alto Caquetá (Ricaurte *et al.* 2004). Esta escala corresponde al sistema ecológico acuático dentro de una unidad de cuenca ecológica (TNC *et al.* 2006)
- Microescala (<1:50.000): Lagos de Yahuaraca, Lago Tarapoto en la ribera colombiana del río Amazonas. Esta escala se relaciona con macrohábitats dentro del sistema ecológico acuático (TNC *et al.* 2006).

Bajo estos criterios, los estudios hasta ahora realizados tienen una cobertura del 20% del territorio del sur de la Amazonia colombiana representando en el análisis 150 ambientes acuáticos distribuidos a los largo de las cuencas Amazonas, Putumayo y Caquetá (tabla 16). Son escasos los estudios que analicen factores funcionales del ecosistema como ciclos nictamerales, anuales, sucesión, migración y producción. Se destacan los realizados en los lagos de Yahuaraca, cerca de Leticia y Tarapoto en el municipio de Puerto Nariño.

Cuenca	Lagos	Ríos y quebradas
AMAZONAS	El Correo, Garzacocha, Huito, Isla Ronda, Pacatúa, El Pan, Pozohondo, Resaca, Sabala, Sacambú, Tarapoto, Tipisca, Tunda, Yahuaraca, Tunda, Guaduales Lago de Julio, San Juan de Soco. Sacambú, Yavarí (Perú, Brasil), El Correo, Caballo cocha (Perú)	Quebradas Arara, Amacayacu, Tigre, Beatriz, Pichuna Tucuchira, Acara, Huacarí, Cuiaté, Matamatá, La Arenosa, Yahuaraca y los ríos Atacuari, Amacayacu, Boiauzu, Loretoyacu y Amazonas Qda. Tarapauazu
PUTUMAYO	Sector peruano: Cedro Cocha, Bufeo, Tinta Cocha, Marangoa Sector colombiano: Campana, Pacorá, Gaviota, Socha, Boticue, La Paya	Ríos Sector peruano: Güeppi, Angusilla, Yubinetto, Campuya, Mutum, Yaguas. Ríos Sector colombiano: Cauayá, Caraparaná, Ere, Igaraparaná, Pupuña, Porvenir, Cotuhé, Niri, Mulato (Mocoa), Qda. La Paya, Caño Itiquilla, Caño Corbata. Río Putumayo (Leguizamo, Angusilla, El Encanto, Puerto Alegría, Arica, El Estrecho, Yaguas, Tarapacá)
CAQUETÁ	Quinina, Buutaá, Taraira, Boa, A. Negras, Culebra A. blanca, Estrecho, Guadual, Sábalo, Ceibo, Arturo, Vaticano, Botuto, Madre Viejas: Aeropuerto, El Carmen, Río bodoquero, Isla El Hospital, Bosque inundable V. El Galán, Bosque inundable V. El Mesón, Bosque inundable V. La Unión, Puerto Arango, San Luis Cananguchales: V. "El Venado", V. Lagunilla, V. Palmarito, V. Sinaí, V. La Hacienda, Represa Natural La Mono,	Ríos: Bernardo, Ticuanayoy, Caquetá Aguas Abajo Ticuanayoy, Indiyaco, Caquetá en Andaquí (Mocoa), Piedra Liza, Mocoa (Pto Limón), Caquetá (Puerto Limón), Guayuyaco, Caquetá (Los Almendros), Inchiyaco, Caquetá (Guarumo), Miritiparaná, Mesay, Yará, Metá, Apaporis, Rumiyaco, Cañón de la Gamitada Quebradas: Zumaeta, El Barro, Fragua, Bosque inundable C. Macagual, Bosque inundable La Turbia, La Perdíz, Agua Negra, Aduche, Solano, Churuco, Francisco, El Tigre, Izáciga, Negra, Los Lagos, Coca, El Sol, Amauri, La Perdiz, Córdoba, Yagaré, El Achiote, mpio. Puerto Caicedo), Sucuruyú

Tabla 16. Localidades del sur de la Amazonia colombiana donde se han realizado estudios en ecosistemas acuáticos

Temáticas, variables y metodologías abordadas en el estudio de los ecosistemas acuáticos en la región sur de la Amazonia colombiana

Los estudios registrados se agruparon en cinco temáticas, donde predomina el estudio de la biota acuática (44%), las características físicas y químicas (42%), seguidos de trabajos en uso, manejo y gestión de los cuerpos de agua (7%), limnología fluvial (4%), alteración de los ambientes acuáticos (2%) y estudios de carácter integral (1%). A continuación se mencionarán los avances y metodologías que se tienen para éstas temáticas.

a) Biota acuática: una aproximación a su riqueza, estructura y función

Bacterioplancton y hongos acuáticos. El conocimiento de la microbiología acuática es muy reducido, y en Colombia la mayoría de estudios se limitan a las bacterias coliformes (totales y fecales). En el sur de la Amazonia colombiana existe una primera aproximación en el conocimiento del bacterioplancton para un lago de la llanura de inundación del río Caquetá cerca a Araracuara (Canosa *et al.* 2003, Pinilla 2005).

Al igual que el bacterioplancton, los hongos acuáticos han sido escasamente estudiados, encontrándose un solo trabajo en un caño de aguas negras en cercanías a Leticia (Beltrán-Tolosa 2003). Los hongos acuáticos están relacionados con la descomposición de hojarasca, y la mayoría de éstos hacen parte del suelo, aire, humus, estiércol, plantas y raíces en sus formas saprófita y parásita (*Hyphomycete*, *Beltrania rhombica* e *Idriella* sp.).

Microalgas acuáticas (fitoplancton y perifiton). Se han desarrollado importantes investigaciones en torno a la biología y ecología de las microalgas acuáticas (tabla 17), recopilados en los trabajos de Duque (1998), Duque y Núñez-Avellaneda (2000) y Núñez-Avellaneda y Duque (2001), Núñez-Avellaneda (2004). Las metodologías empleadas se orientan principalmente a conocer su composición incluyendo análisis cuantitativos. Para estudiar el perifiton, se han utilizado diferentes métodos: el raspado de substrato natural y colonización de substrato artificial, teniendo en cuenta el área del mismo. Adicionalmente algunos estudios han cuantificado pigmentos clorofílicos y otros han evaluado la productividad primaria.

Se reconocen hasta el momento 275 especies de microalgas; los grupos que presentan mayor riqueza son Euglenophyceae (97) y Zygothryxaceae (74), seguidas de Bacillariophyceae (43), Chlorophyceae (51) y Chrysophyceae (34). Otras clases como Cyanophyceae, Dinophyceae, Tribophyceae y Cryptophyceae, apenas se reconoce su presencia pero aún no se tienen publicaciones específicas al respecto.

Comunidad	Descripción	Investigación	
		Taxonomía	Ecología
Fitoplancton Euplancton	Comunidad de ficoflora de aguas libres o en la zona limnética	Smith y Craven (1972), Duque (1988), Santamaría (1995), Prada y Donato (1996), Duque y Nuñez-Avellaneda (1997a,b), Camacho (1998), Duque y Nuñez-Avellaneda (2000), Conforti y Nudelman (1994), Duque (1995), Nuñez-Avellaneda y Duque (1998, 2000), Echenique <i>et al.</i> (2004)	Duque (1994), Vargas <i>et al.</i> (1996a,b), Duque <i>et al.</i> (1997), Lagos (1997), Marín (2000) Nuñez-Avellaneda y Duque (2001), Rojas (2003), Pinilla (2005), Nuñez-Avellaneda (2005)
Ticoplancton	Comunidad asociada a las superficies sumergidas de tallos, hojas, rocas o detritos pero que no presenta estructuras de fijación	Duque y Donato (1993, 1994, 1995a b, 1996), Nuñez-Avellaneda y Duque (2000)	
Perifiton	Comunidad adherida y fija a las superficies sumergidas de tallos, hojas, rocas o detritos, pero que no penetran la superficie	Smith y Craven (1972), Sala <i>et al.</i> (1999, 2002a b), Vigna y Duque (1999), Vigna <i>et al.</i> (2005)	Amaya (1999), Castillo (2000), Gantiva (2000), Ordóñez (2002)

Tabla 17. Estado del conocimiento e investigación de microalgas acuáticas en el sur de la Amazonia colombiana

Microfauna acuática (zooplancton). El conocimiento de rotíferos, copépodos y cladóceros, ha sido principalmente de carácter exploratorio tiene sus inicios para la Amazonia colombiana con importantes desarrollos taxonómicos, que han dado pautas para la comprensión de la dinámica y ecología de lagos y ríos (tabla 18) en los departamentos de Amazonas, Caquetá y Putumayo (Duque 1998, Pinilla 2004, Nuñez-Avellaneda *et al.* 2004).

Los rotíferos son un grupo bastante diverso, se han registrado un total de 149 especies, pertenecientes a 21 familias, en donde por su riqueza se destacan los grupos Lecanidae (42), Brachionidae (31), Testudinellidae (8) y Trichocerchidae (7). Los cladóceros y copépodos son menos diversos y el número de especies conocidas es menor, 17 y 3 respectivamente.

	Área de influencia	Autores
Río Amazonas	Lagos de Tarapoto, El Correo	Díaz (1995)
	Lagos de Yahuaraca	Andrade (2001)
	Lagos de Yahuaraca	Rodríguez (2003)
Ríos Amazonas, Caquetá y Putumayo	Lagos y ríos del Eje Apaporis-Tabatinga	Duque <i>et al.</i> (1997)
Río Putumayo	Río Igaraparaná y lagos del plano de inundación Ríos Güeppi, Caucayá, Angusilla, Yubinetto, Campuyá, Caraparaná, Ere, Igaraparaná, Mutum, Pupuña, Porvenir, Yaguas, Niri, Caño. Corbata, Quebrada La Paya, Caño. Itiquilla. Lagos Pacorá, Campana, Tinta Cocha, Cedro Cocha, Bufeo, Marangoa, Gaviota.	Vargas (1996a y 1996b) Marín (datos no publicados) Nuñez-Avellaneda <i>et al.</i> (2004).
Río Caquetá	Lago Boa	Pinilla (2004), Pinilla (2005)

Tabla 18. Estado del conocimiento de la microfauna acuática para el sur de la Amazonia colombiana

Macroinvertebrados. Dentro de los invertebrados acuáticos se incluyen diferentes categorías taxonómicas (clases) como insectos, moluscos, macro y microcrustáceos; sin embargo, existe un fuerte desconocimiento de la taxonomía de estos grupos para la cuenca, tanto en estructura como en funcionamiento (Fernández y Domínguez 2001). La ausencia de claves y catálogos que permitan determinar el material colectado en las diferentes investigaciones (tabla 19) ha sido una limitante constante en los inventarios y estudios de ecología, por lo que aún falta mucho para saber qué existe y cómo funciona (Fernández y Domínguez 2001).

Tabla 19.
Estado del conocimiento e investigación de invertebrados en el sur de la Amazonia colombiana

Grupo taxonómico	Investigación	
	Taxonomía	Ecología
Ephemeroptera	Molineri <i>et al.</i> (2002)	Rueda-Delgado (1998), Currea- Dereser (2001), Castro y Dorado (2003)
Trichóptera		Rueda-Delgado (1998), Collazos (2005)
Coleóptera		Rueda-Delgado (1998), Castro y Dorado (2003)
Díptera		Rueda-Delgado (1998), Castro y Dorado (2003)
Odonata		Castro y Dorado (2003)
Plecóptera	Zúñiga <i>et al.</i> (2001), Stark (2002)	
Oligochaeta		Rueda-Delgado (1998), Rueda-Delgado <i>et al.</i> (2006)
Macroinvertebrados		Díaz (1995), Rosero y Carvajal (1998), Romo y Rosas (1999), Bolívar (2001), Beltrán-Tolosa (2003), Castro y Dorado (2003), Rueda-Delgado <i>et al.</i> (2006), Currea-Dereser (2006)

Macrófitos. En una primera etapa, la investigación se centró en la taxonomía y caracterización de las diferentes comunidades de macrófitos asociados a los ambientes acuáticos amazónicos, contenido de nutrientes, dinámica e importancia para el recurso pesquero (Duque 1998). La segunda etapa se centró en el estudio sistemático y completo de las relaciones e inversión energética de la planta acuática carnívora *Utricularia foliosa* (Guisande *et al.* 2002, Guisande *et al.* 2004, Manjarrés-Hernández 2005, Manjarrés-Hernández *et al.* 2006, Sanabria-Aranda *et al.* 2006). Hasta el momento se tiene el registro de 39 especies de macrófitos, para los lagos y tributarios de la ribera colombiana del río Amazonas.

b) Características físicas y químicas: hacia una clasificación de las aguas en la Amazonia colombiana

En la región se habla de ríos de colores de acuerdo a los tipos de aguas blancas, negras y claras, cada una con diferente origen geológico. Se planteó la presencia de estos mismos tipos de agua (negras y blancas) en las tres cuencas del Amazonas, Putumayo y Caquetá cerca a la frontera colombo - brasilera (eje Apaporis – Tabatinga), (Duque *et al.* 1997, Núñez-Avellaneda y Duque 2001) y la frontera colombo peruana (Núñez-Avellaneda

et al. 2004). Particularmente en la Amazonia colombiana, las características físicas y químicas del agua se han valorado a través de 62 variables (tabla 20) que miden su grado de productividad, contaminación y mineralización, entre otras. En términos generales, los ecosistemas acuáticos presentan bajos valores de cationes, aniones y conductividad de las aguas, baja concentración de nutrientes, pH con tendencia a la acidez que reflejan en conjunto una baja mineralización y bajos niveles de productividad, incluso menores a muchos otros sistemas del continente suramericano.

Temática	Variable	
Limnología fluvial	Hidrología	Profundidad, caudal, área cuerpo agua
Físicas		Color, Sólidos (totales, disueltos, suspendidos, sedimentables), temperatura, pH, conductividad, transparencia, Coeficiente de luz, turbidez, potencial redox, radiación escalar
Químicas	Inorgánicas	Alcalinidad, aniones (Cl, HCO ₃ , CO ₃ , SO ₄), cationes (Ca, Mg, Na, K) nutrientes nitrógeno: NH ₄ , NO ₃ , NO ₂ , NKT; PT,P particulado, PO ₄ , acidez, Silicio, dureza, SiO ₄ Corg, COT, COD metales pesados: Cu, Cd, Cr, Ni, Pb, Zn, HG Metales: Fe, Al, Mn, CF Ácido sulfhídrico, Tanino y lignina
	Orgánicas	Grasas, aceites, pesticidas
		Detergentes, compuestos orgánicos volátiles
	Gases	Oxígeno, % Sat OD, DQO, DBO, CO ₂
Biológicas	Poblaciones y comunidades	Bacterias, Hongos, protozoarios, fitoplancton, perifiton, macrófitos, zooplancton, macroinvertebrados Productividad primaria, medición eficiencia fotosintética
Integrales	Humedales	Inventario, tipificación, vegetación aguas, fauna, socioeconómico, geología

Tabla 20. Temáticas y variables abordadas en los diferentes estudios en ambientes acuáticos del sur de la Amazonia colombiana



Lagos de Tarapoto, municipio de Puerto Nariño (Amazonas)

c) Uso, manejo y gestión de los cuerpos de agua y sus recursos

Las organizaciones gubernamentales relacionadas con el uso y manejo de los recursos incluyen dentro de sus objetivos el velar por el adecuado uso de los mismos. Es así como los Planes de Ordenamiento Territorial Municipales y las Corporaciones Autónomas Regionales incluyen el componente de Ordenación y Manejo de las cuencas hidrográficas de cada municipio y su recurso hídrico (Moray Cediél 1998, Claros 2002, Quiroz y Valencia 2006). Además, existe un creciente interés por concientizar a los usuarios de recursos acuáticos, realizando campañas de educación ambiental (Piña 2000, 2001), conservación de los recursos (Ricaurte 2000, Lugo 2002) y estrategias para su recuperación.

d) Limnología fluvial

Los aspectos de la dinámica fluvial del río Amazonas en el tramo que le corresponde a Colombia (116 km), han sido abordados recientemente a través de variables meteorológicas (precipitación, temperatura), hidrológicas (caudal), dinámica morfológica (sedimentación, socabamientos, batimetría), análisis multitemporal (fotografías aéreas e imágenes Landsat) (Aldana y Daza 2005, Hidroestudios 1993, 1994). Se demostró la acelerada sedimentación del muelle fluvial de Leticia y en la ribera del lado colombiano, con aparición de nuevas islas y erosión marcada en la ribera peruana.

e) Alteración de los ambientes acuáticos

Son pocos los estudios realizados sobre esta temática. Un análisis a partir de información física, química y bacteriológica señala la posible alteración de la calidad de las aguas de la quebrada Yahuaraca en Leticia, debido a diferentes actividades antrópicas que se encuentran asociadas a los vertimientos de basuras y aguas servidas e incluso el manejo de las basuras sólidas de los diferentes núcleos urbanos. Caso similar se encuentra en la quebrada San Antonio que sirve de límite fronterizo entre Colombia y Brasil.

Para el municipio de Florencia (Caquetá), la Universidad de la Amazonia, adelanta estudios relacionados con los lixiviados producidos por el basurero San Juan del Barro sobre la quebrada El Barro, teniendo como base variables físicas, químicas del agua y biológicas: ictiofauna, macroinvertebrados y macrófitas acuáticas (Portilla y Estrada 2005). También, Núñez-Avellaneda y Alonso (2004) encontraron algunos humedales urbanos de Florencia con un mediano grado de alteración de la calidad de sus aguas, que se refleja en algunas condiciones físicas y químicas y la estructura de comunidades como el fitoplancton.

Igualmente se ha registrado el deterioro de las propiedades físicas y químicas del agua de diferentes cuerpos en el casco urbano del municipio de Mocoa, acarreado problemas sociales, en especial a las comunidades asentadas sobre las márgenes de ríos y quebradas (Mora 2000).

f) Estudios de carácter integral

El único estudio de este tipo se refiere a Ricaurte *et al.* (2004). En este se llevó a cabo la revisión de información en humedales generada en nuestro país y en la región amazónica. La cartografía se estructuró mediante sistemas de información geográfica. La identificación y delimitación de humedales se hizo con base en imágenes de satélite, fotografías aéreas y cartografía. Para el componente biótico se empleó la Evaluación Ecológica Rápida – EER (*Rapid Assessment Program*, RAP) y para el componente socioeconómico y cultural el Diagnóstico Rural Participativo -DRP-.

Los tipos de humedales asociados a ambientes lénticos y lóticos identificados en la zona de estudio a partir de las variables analizadas fueron: complejos del cauce principal, lagunas permanentes con vegetación herbácea arbustiva, lagunas permanentes con vegetación arbustiva arbórea, pantanos temporales con vegetación herbácea arbustiva, pantanos temporales con vegetación arbustiva arbórea, ríos de origen andino, quebradas permanentes y quebradas temporales.

Identificando aspectos en pro del fortalecimiento de la investigación en ecosistemas acuáticos en la Amazonia colombiana

Las escalas de trabajo empleadas hasta ahora han permitido tener un panorama global de las condiciones limnológicas de estos ambientes, convirtiéndose en una herramienta indispensable para hacer diferentes tipos de aproximaciones, especialmente a escala macro y meso. Sin embargo, se hace necesario profundizar en las escalas micro y nano las cuales permitirán un acercamiento a la realidad ecológica.

En los departamentos de Amazonas, Putumayo y Caquetá existen estaciones hidrológicas limnigráfica o fluvigráfica y limnimétrica o fluviométrica para la determinación de caudales en los sistemas fluviales de los ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá. En el departamento de Amazonas se dispone de 39 y 4 estaciones, en Putumayo 15 y 10 y en Caquetá 14 y 8 respectivamente. Sin embargo, el registro de información en corrientes pequeñas o lejanas a los municipios, se dificulta por las restricciones en el desplazamiento, equipos y personal para mediciones diarias, restringiendo las posibilidades de predecir o establecer su dinámica hidrológica en un ciclo anual. La única referencia que se tiene, relacionada con mediciones continuas, es la información de caudal y nivel que se tomó desde hace más de 11 años en la quebrada Yahuaraca, cerca de Leticia (Universidad Nacional de Colombia–sede Amazonia). De allí que se haga necesario fortalecer la red de monitoreo hidrológico.

Se reconoce que la información física y química de las aguas en estos estudios ayudan a definir en gran parte los diferentes tipos de ecosistemas, a partir de la mineralización y grado trófico entre otros. Sin embargo, valdría la pena revisar críticamente las metodologías utilizadas para tal fin, puesto que muchas de ellas no son lo suficientemente sensibles para detectar bajas concentraciones de algunos elementos. En general los laboratorios de referencia funcionan con el principal objetivo de comparación con las normas estándar indicadas en el Decreto 475 de 1998, y muchos de los valores que allí se indican están muy por encima de los niveles normales de aguas tan pobres como son las de la Amazonia. Adicionalmente, no todos los protocolos de preservación de muestras se logran cumplir de forma satisfactoria, por el aislamiento geográfico que se presenta en la Amazonia, por lo que algunas variables de gran importancia no pueden ser tenidas en cuenta.

Existe gran desconocimiento taxonómico en todos los niveles debido, en primer lugar a las particularidades de las metodologías, disponibilidad de catálogos, claves taxonómicas regionales, mapas de distribución, y en segundo lugar a la falta de especialistas en los diferentes grupos. Es importante mencionar que aunque en algunos grupos biológicos se cuenta con el apoyo de especialistas extranjeros de Brasil, Argentina, Alemania y España, los taxónomos nacionales formados, son escasos.

La alteración de ambientes acuáticos ha sido abordada a través de estudios de consultoría que hacen algunas entidades tanto regionales como de otros sectores del país. Las metodologías de campo son similares a los aspectos de calidad de aguas y estudio de comunidades biológicas. No se ha aplicado una metodología específica sobre el uso, manejo y gestión de los ecosistemas acuáticos, y hasta el momento se ha enfocado más hacia las pesquerías y acuicultura, o a la síntesis e interpretación crítica de la información disponible y el planteamiento de posibles soluciones amparados en análisis de otros casos ya desarrollados.

Lineamientos y perspectivas de investigación

Con el propósito de servir de carta de navegación para enmarcar las futuras investigaciones en unas líneas que atiendan las necesidades regionales, nacionales y transfronterizas, se presenta, un ejercicio conceptual y metodológico el cual fue dimensionado por parte del Grupo de Ecosistemas Acuáticos del Instituto Sinchi. El objetivo de este ejercicio es aportar elementos científicos para el desarrollo de estrategias locales, nacionales y globales de uso sostenible y conservación de los ecosistemas acuáticos y sus recursos naturales en el sur de la Amazonia colombiana, con base en la investigación integral de los mismos. Se identifican cinco lineamientos de investigación:

- **Tipificación y modelamiento:** para dimensionar la variabilidad en diferentes niveles de organización de la biota acuática, relacionándola con las características y patrones ambientales de los ecosistemas, donde se incluyan ciclos de vida y procesos poblacionales

- **Valoración ambiental:** tiene como objetivo definir las potencialidades de los usos y servicios prestados por los ecosistemas estratégicos y su biodiversidad en las cuencas y microcuencas
- **Calidad ambiental:** podrá definir tanto las condiciones naturales de los ecosistemas acuáticos como el grado de alteración causada por acción antrópica y fenómenos naturales
- **Desarrollo tecnológico:** busca proponer alternativas tecnológicas que permitan un acceso equitativo al uso de los recursos naturales de los ecosistemas acuáticos de mayor importancia local y regional, bajo criterios ecológicamente viables que contribuyan a disminuir los efectos de las prácticas inadecuadas de uso
- **Comunicación, divulgación y concientización:** permite fomentar la comprensión sobre la importancia, el uso racional y la conservación de los ecosistemas acuáticos y sus recursos.

Para abordar el estudio de los ambientes acuáticos en la región, se requiere el desarrollo de proyectos multiinstitucionales y multidisciplinarios, orientados a incentivar la investigación en diferentes áreas de la Amazonia (incluyendo las zonas de frontera), en unión con institutos y centros de investigación nacionales y extranjeros, el sector productivo, tecnológico, de organizaciones privadas y de la sociedad civil o de instituciones de gobierno. Este gran compromiso debe conjugar los aspectos anteriormente mencionados para así comprender procesos y dinámicas naturales y antrópicas, así como las verdaderas potenciales de uso de los recursos acuáticos.



Río Amacayacu,
municipio
de Leticia
(Amazonas)

2.3 Vegetación

2.3.1 La diversidad de la vegetación: estado actual del conocimiento*

Agustín Rudas-Ll.
Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia

En la región sur de la Amazonia colombiana se reconocen siete clases principales de cobertura vegetal natural: bosques altos (dosel superior a 25 m), bosques medios (dosel entre 10-25 m), bosques bajos (dosel < 10 m), bosques aluviales, arbustales, herbazales (dominados por vegetación herbácea no graminoide) y sabanas altas (dominados por vegetación herbácea graminoide). Una extensa área de la región ha sufrido el efecto de transformación del paisaje para el uso agropuecuario, resultado del proceso de colonización de áreas forestales de piedemonte principalmente, en las cuencas altas de los ríos Caquetá y Putumayo (IGAC 1999a).

Para analizar las principales características de la vegetación de la región, se utilizó el mapa de tipos de vegetación para la Orinoquia-Amazonia (IGAC 1999b), junto con la extensión de la frontera agrícola tomado del mapa ecológico de la Amazonia colombiana (Etter 1992). Del total de área, 83 % está cubierta por vegetación boscosa (bosques altos-BA-, medios-BM-, bajos-BB- y aluviales-AL-), cerca del 2% por vegetación no boscosa (arbustales-AB-, herbazales-HA- y sabanas-SA-) y cerca de 15% por agroecosistemas-AGRO- (figura 9 y figura 10).

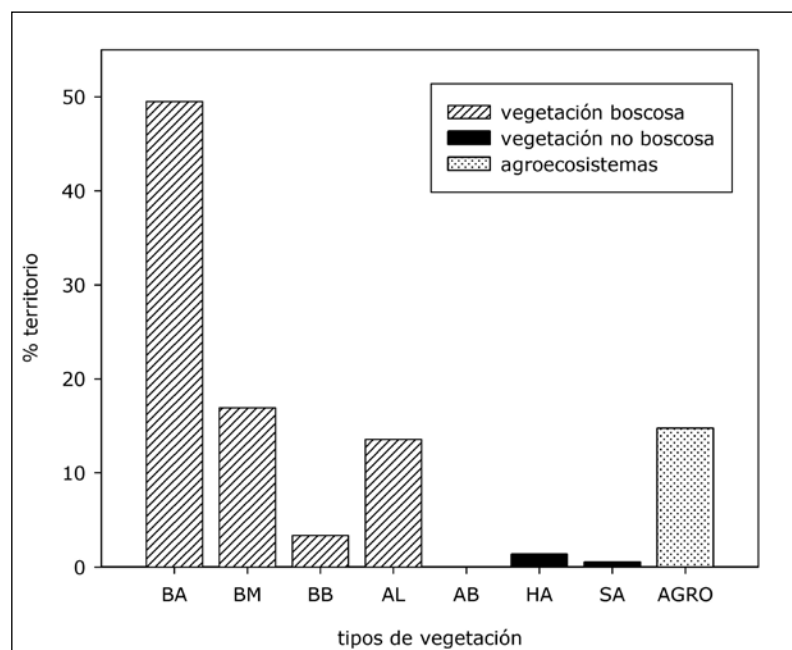


Figura 9.
Distribución de tipos de vegetación en el sur de la Amazonia

* Esta contribución hace parte de la tesis del autor, que actualmente adelanta en el programa de Doctorado en Biología de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Colombia.

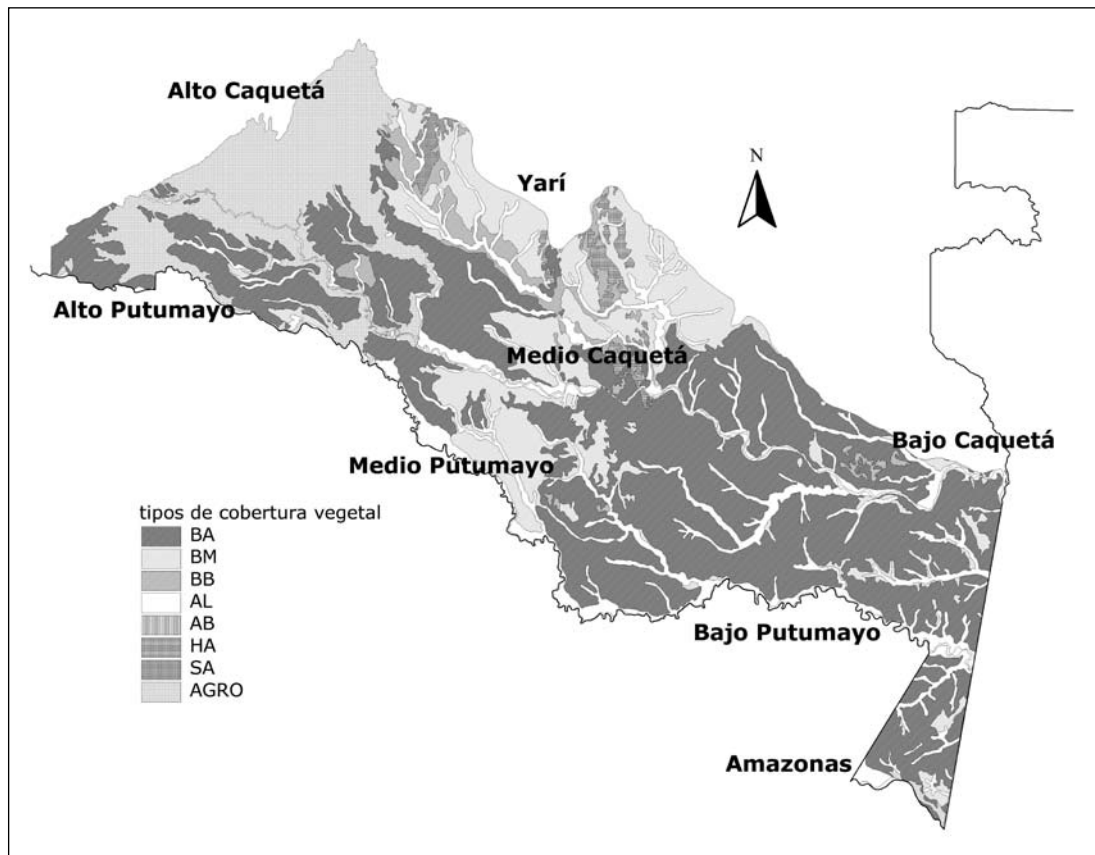


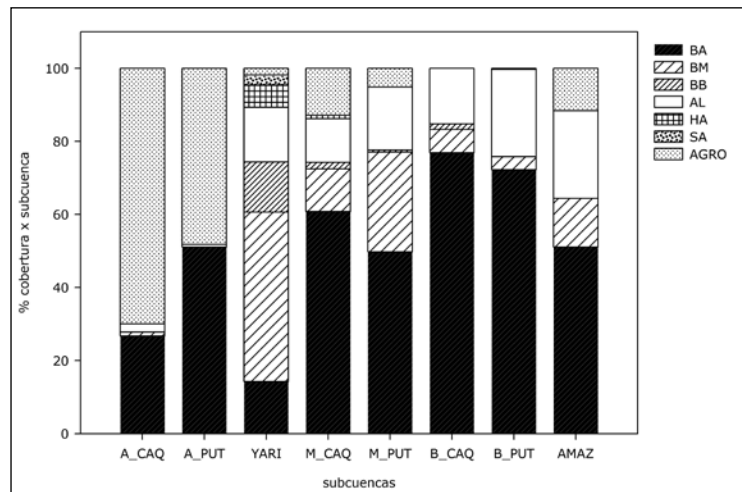
Figura 10.
Tipos de
cobertura vegetal
en el sur de la
Amazonia

Es posible reconocer una zonación del territorio desde las cabeceras de los ríos Caquetá y Putumayo hasta las partes bajas de sus cuencas de la siguiente manera: en las cuencas altas de los dos ríos se encuentra la mayor proporción de vegetación natural transformada en agroecosistemas (50-70%) y una relativa baja cobertura de bosques (30-50% bosques altos). Hacia la parte media de estos ríos, aumenta la proporción de bosques (50-60 % bosques altos, 12-28% bosques bajos) y disminuye la influencia de la actividad humana (5-13% agroecosistemas). En la cuenca del río Yari se distingue la mayor complejidad de tipos de vegetación: alta cobertura de bosques medios (46%), seguidos por bosques altos, bajos y aluviales; se encuentran además representados los herbazales-arbustales (6%) y las sabanas altas (3%). Hacia las cuencas bajas de los ríos Caquetá y Putumayo se presentan las mayores coberturas de bosques altos (72-77%) y prácticamente ninguna afectación por intervención antrópica (figura 11).

Recuento histórico reciente: principales aproximaciones al estudio de la vegetación

Muchas de las contribuciones sobre vegetación para el sur de la Amazonia colombiana, se enmarcan en el contexto más general de la región amazónica colombiana. Los primeros trabajos se remontan a la mitad del siglo XX con las contribuciones de Schultes (1945) sobre anotaciones de la poco conocida vegetación de la región de la cuenca alta

Figura 11.
Distribución de tipos
de vegetación por
subcuenca



del río Apaporis, y de Cuatrecasas (1958) sobre generalidades de la vegetación en la cuenca alta del río Putumayo. En la década de los años setenta se adelantó el estudio radargramétrico del Amazonas (PRORADAM 1979), que marcó los inicios de los estudios regionales multidisciplinarios para la región amazónica.

Un análisis más detallado de la producción académica puede orientarse en tres temáticas principales: i) de orden ecológico, ii) sobre tipos de vegetación propiamente dicho y iii) de contenido geográfico o fitogeográfico.

i. Contribuciones de orden ecológico

Inicialmente se deben mencionar los trabajos generales sobre formaciones vegetales de Colombia (Espinal y Montenegro 1963), los mapas de bosques de Colombia (IGAC-Inderena-CONIF 1984), la contribución sobre relaciones entre la topografía, fisionomía y tipos de vegetación del oriente colombiano (Salamanca 1984), y la propuesta de clasificación de los biomas de Colombia (incluida la Amazonia) como unidades naturales geográficas dentro de zonas del clima (Hernández y Sánchez 1992).

Hacia la década de 1990, el IGAC (1993) junto con la Universidad Nacional de Colombia y la Fundación Tropenbos presentaron un extenso estudio del ambiente natural del occidente del departamento de Caquetá (principal frente de colonización de la región), orientado hacia la definición de pautas estratégicas para el planeamiento del uso del territorio e importante contribución para la conservación de los bosques de la zona. Rangel *et al.* (1995) presentaron la primera síntesis del conocimiento biológico para la región amazónica, y el IGAC adelantó estudios de zonificación ambiental para la cuencas de los ríos Amazonas, bajo Putumayo y bajo Caquetá (IGAC 1997) y un extenso trabajo sobre los paisajes fisiográficos de la gran región Orinoquia-Amazonia (IGAC 1999a).

Las contribuciones más recientes incluyen un atlas geográfico-ecológico de la región amazónica (Fundación Puerto Rastrojo 2001), que presenta en un formato multimedia la zonificación climática, fisiográfica, ecológica y de las formaciones vegetales de la región

a un nivel general de detalle, la zonificación forestal de un sector de la cuenca baja del río Putumayo (Cárdenas *et al.* 2004) y una aproximación al uso del paisaje en la parte sur del Parque Nacional Amacayacu (Pinilla 2004).

ii. Contribuciones sobre tipos de vegetación

Formalmente se inician con el trabajo de Carvajal *et al.* (1979), que ofrece una representación de la cobertura vegetal a escala 1:500.000 de la región amazónica colombiana. En 1980 se da inicio a la cooperación colombo-holandesa para la investigación en la Amazonia y el establecimiento de la Corporación Araracuara, convertida hoy en el Instituto Sinchi. La continuación del programa binacional se extiende hasta la fecha por la Fundación Tropenbos-Colombia en convenio con varias instituciones entre las que se cuentan el IGAC, Ingeominas, el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, el Laboratorio Hugo de Vries y el Laboratorio de Geografía física y suelos de la Universidad de Amsterdam. Fruto de estos esfuerzos se logró una caracterización pormenorizada de la vegetación de las llanuras aluviales, planos sedimentarios y formaciones de arenisca de la cuenca media del río Caquetá (Duivenvoorden *et al.* 1988, 1993, 1994, 1995), que produjo mapas ecológicos del paisaje y su uso a nivel semi-detallado. De manera complementaria, Urrego (1990, 1995, 1997a, 1997b) realizó un exhaustivo estudio de los bosques inundables respecto a su clasificación estructural y fitosociológica, mientras que van Andel (1992) presentó un estudio de los diques y basines en función de las comunidades florísticas y su relación con los gradientes ambientales.

Entre 1990 y 1993 se llevó a cabo el reconocimiento de la vegetación de la serranía de Chiribiquete (Estrada y Fuertes 1993; Rangel *et al.* 1996), como resultado de la cooperación interinstitucional entre el antiguo Inderena, el Instituto de Cooperación Iberoamericana de España y el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia. Hacia finales de la década de 1990, Rangel *et al.* (1997) presentaron una síntesis de los diferentes aproximaciones en el estudio de la vegetación de las regiones naturales de Colombia (incluida la Amazonia), donde se incorporan desde enfoques geobotánico-florísticos y ecológico-geográficos hasta aproximaciones fitosociológicas. Para esta época y en colaboración con el Jardín Botánico de Missouri, se realizó la caracterización de la vegetación del Parque Nacional Natural Amacayacu (Rudas 1996), donde se discute el alcance de las metodologías para evaluar la diversidad en ambientes amazónicos. Figuran también las contribuciones de Narváez y Olmos (1990) sobre la vegetación de los salados en el Parque Nacional Amacayacu y de Prieto *et al.* (1995) sobre la vegetación en la isla Mocagua, en el río Amazonas. Posteriormente el IGAC presentó un mapa síntesis de los tipos de vegetación para la Orinoquia-Amazonia (IGAC1999b) con énfasis en las características fisonómico-estructurales.

iii. Contribuciones de contenido geográfico o fitogeográfico

En un contexto regional amazónico se encuentran las contribuciones de Domínguez (1985, 1987) con fundamento geográfico pero que incluye aspectos de la vegetación. Hacia la década de 1990, Hernández *et al.* (1992) proponen la división de la región

amazónica colombiana en dos provincias biogeográficas: la Guayana con cinco distritos, y la Amazonia (representada casi en su totalidad por los departamentos de Amazonas, Putumayo y Caquetá) con seis distritos. Walschburger *et al.* (1998) realizan una zonificación biogeográfica de la Amazonia colombiana con base en la similaridad de algunos grupos florísticos, mientras que Cortes y Franco (1997) estudian las afinidades fitogeográficas de su flora y en general la de los macizos montañosos.

2.3.2 Contribuciones bibliográficas sobre la vegetación: ¿se conoce mucho? ¿o se conoce poco?

Agustín Rudas-Ll.

Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia

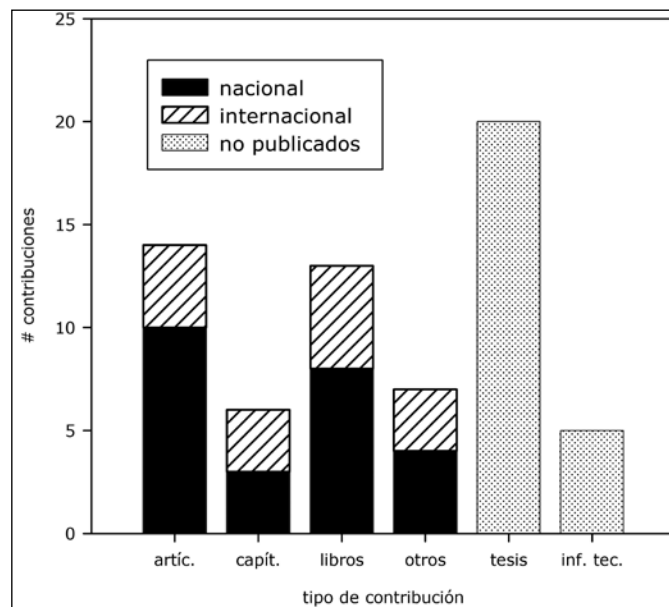
Adriana Prieto-C.

Instituto Humboldt

Con base en una revisión de 265 documentos relacionados con el componente vegetal para el sur de la Amazonia colombiana, se seleccionaron 64 contribuciones sobre vegetación, de las cuales 38% corresponden a publicaciones de circulación nacional, 23% de circulación internacional y 38% a contribuciones no publicadas. Los trabajos están representados por artículos de revistas, capítulos de libros, libros, atlas, mapas, resúmenes, tesis de grado e informes técnicos (anexo 4).

Los artículos en revistas representan el 21% de las contribuciones, mientras que 20% son libros y 9% corresponden a capítulos de libro; otras publicaciones como atlas, mapas y resúmenes corresponden al 11% de los trabajos. Las contribuciones no publicadas están repartidas en tesis de grado y posgrado (31%) e informes técnicos (8%) (figura 12).

Figura 12.
Principales
tipos de
contribuciones
obtenidas



Temática

Para el análisis de las contribuciones se dividieron los estudios según su enfoque así: de corte ecológico y contribuciones relacionadas con la descripción de tipos de vegetación. Se consideró el nivel de resolución de los trabajos en función de la escala en que serían aplicables, de la siguiente manera: 1) nivel general: escala 1:5.000.000 a 1:250.000, 2) nivel semi-

detallado: escala 1:100.000 a 1:50.000, y 3) nivel detallado escala 1:25.000 a 1:10.000. Adicionalmente se consideró el alcance de los trabajos de acuerdo con las cuencas de los ríos de influencia: río Amazonas, río Putumayo (cuena alta, media y baja), río Caquetá (cuena alta, media y baja) y río Yará.

Algo más de la mitad de las contribuciones (35) corresponden a trabajos que describen los tipos de vegetación, mientras que 29 de ellas están orientadas hacia las características ecológicas del territorio.

Entre las contribuciones de orden ecológico, 12 son de un nivel general de resolución, 6 de nivel semi-detallado y 10 de nivel detallado. Para las contribuciones sobre tipos de vegetación la situación se invierte: 21 están a un nivel detallado de resolución, 5 a nivel semi-detallado y 10 a nivel general de detalle (figura 13).

Aporte al conocimiento de la vegetación

Para el análisis del alcance geográfico y cobertura de la información de las referencias bibliográficas en la región, se elaboró una matriz con las referencias organizadas por temática (ecológico, vegetación), alcance del estudio (amplio, local, restringido), nivel de resolución (general, semi-detallado, detallado) y alcance geográfico (localidad por cuencas). Para cada referencia bibliográfica se asignó un valor de su aporte al conocimiento a cada cuena, en función de estos parámetros (tabla 21).

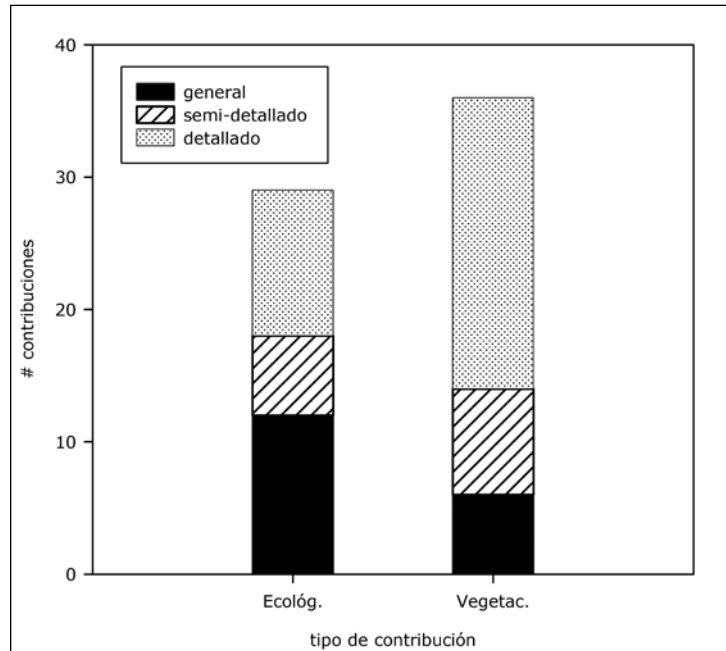


Figura 13. Distribución de los temas de las contribuciones bibliográficas

Temática	Alcance	Resolución
vegetación = 2	amplio = 2	general = 1 (0,5 para trabajos muy generales)
ecológico = 1	local = 1,5	semi-detallado = 1,5
	restringido = 1 (0,5 para trabajos muy restringidos)	detallado = 2

Tabla 21. Calificación para las referencias bibliográficas de cada cuena

Aportes bibliográficos

por cuenca = valor_temática x valor_alcance x valor_resolución.

Luego, se calculó la suma de aportes para cada cuenca como expresión del nivel de conocimiento de la vegetación en la región, así:

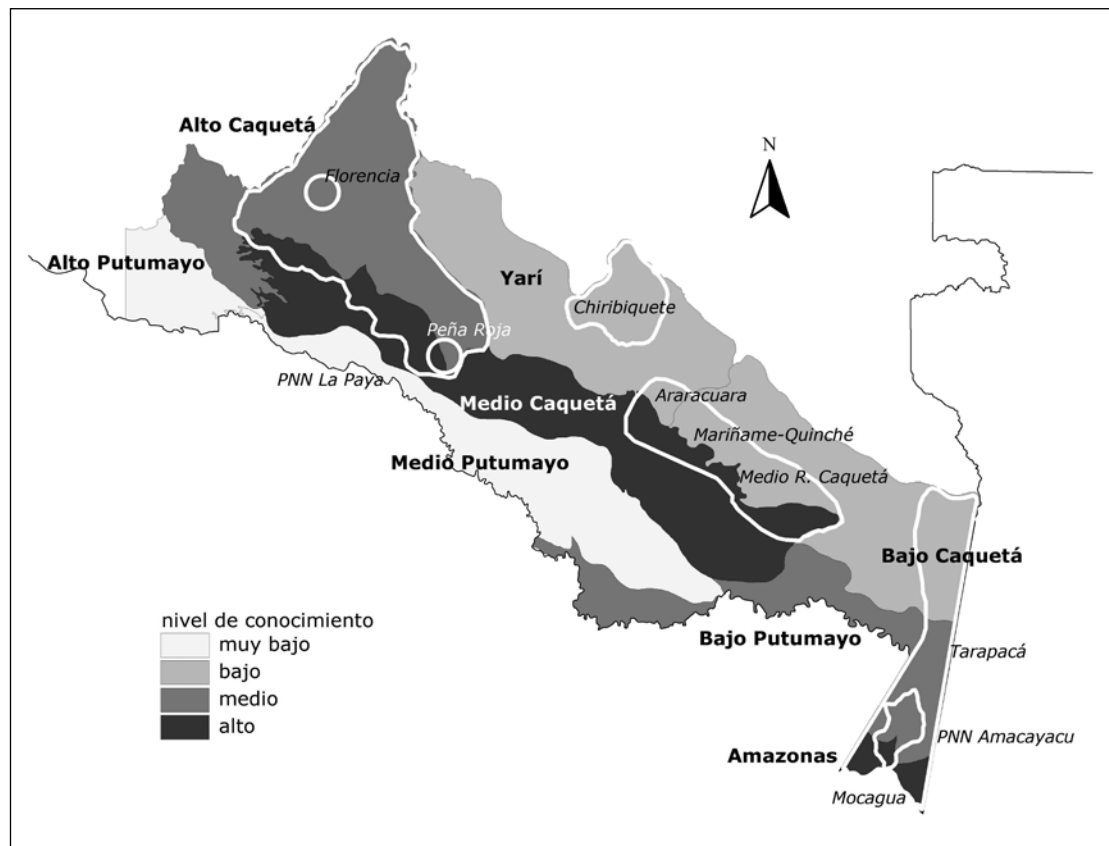
Nivel de conocimiento

por cuenca (%) = \sum aportes bibliograficos_cuenca \div \sum aportes_totales x 100.

La escala para la asignación de los niveles de conocimiento utilizada fue: nivel muy bajo (7,4-7,8); nivel bajo (7,8-8,6); nivel medio (8,6-10,9); y nivel alto (10,9-34,7).

La figura 14 ilustra el nivel de conocimiento de la vegetación para cada cuenca con base en el aporte de las contribuciones bibliográficas. Evidentemente existe una concentración de estudios en la cuenca media del río Caquetá, hacia los sectores de Araracuara-Mariñame, Santa Isabel y Cahuinari, seguido por el sector del occidente del departamento de Caquetá. El nivel de conocimiento se continúa en un eje que parte de la cuenca alta del río Caquetá hacia la parte baja del río Putumayo, hasta el sector de la cuenca del Amazonas en el Parque Nacional Natural Amacayacu. Con un nivel bajo de conocimiento se encuentran las cuencas del río Yará y baja del río Caquetá, y con un nivel muy bajo las cuencas alta y media del río Putumayo.

Figura 14.
Nivel de conocimiento de vegetación por cuenca



Tipos de vegetación y número de términos descritos en la bibliografía

En total se han descrito 131 términos que describen la vegetación del sur de la Amazonia colombiana. Entre estos es posible distinguir cuatro categorías: a) términos **fitosociológicos** (73): contribuciones fundamentadas en los lineamientos de la fitosociología moderna; b) términos **fisonómicos** (39): hacen referencia al tipo de estructura que presenta la vegetación y a la posición fisiográfica; c) términos **geográficos** o fitográficos (10): hacen referencia a la posición geográfica y d) términos de **uso común** (9): hacen referencia a las denominaciones que la gente hace de las agrupaciones de las plantas (anexo 5).

La mayoría de los términos corresponden a aproximaciones fitosociológicas (56%) o fisonómicas (30%), mientras que apenas 14% de éstos corresponden a descripciones de orden geográfico o de uso común. La mayoría de los términos describen las coberturas boscosas (bosques altos -40-, medios -26-, bajos -17- y aluviales -12-); solo 25 de ellos describen los herbazales y sabanas, y menos de diez se han registrado para los arbustales (figura 15).

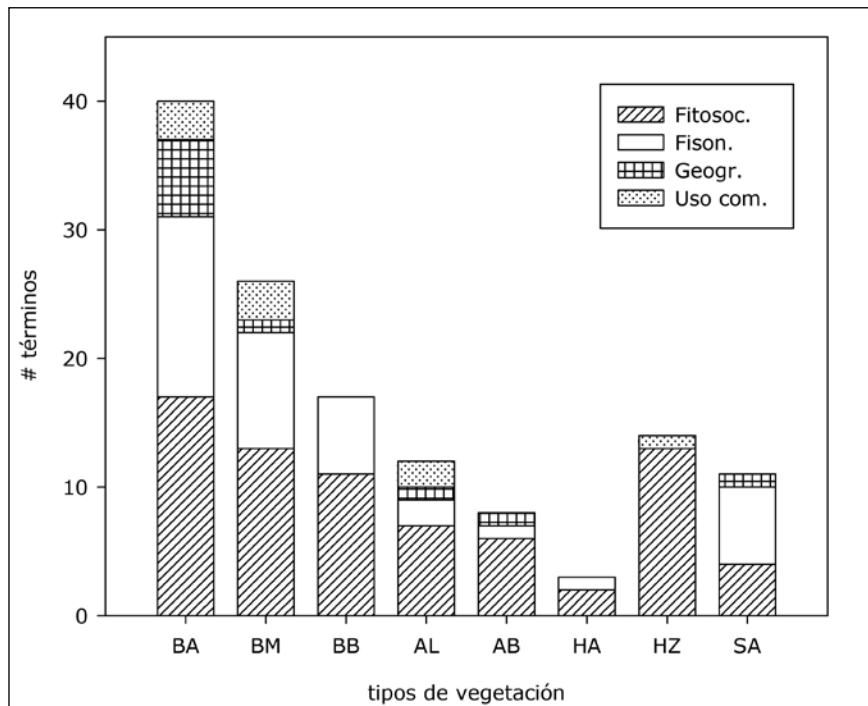


Figura 15.
Tipos de vegetación
y número de
términos descritos
en la bibliografía

Hacia dónde se debe seguir

Tan solo una cuarta parte de las contribuciones publicadas han tenido pares internacionales lo que repercute en la calidad de la información generada. Por otra parte, existe una gran proporción de contribuciones que aún no han sido publicadas, lo

que dificulta su validación (por ausencia de pares académicos), difusión e incorporación en los procesos de toma de decisiones y generación de nuevo conocimiento.

Un análisis del alcance de los principales estudios de vegetación realizados en la región con relación a los tipos de cobertura registrados por IGAC (1999b), permite establecer el estado del conocimiento de la composición de la vegetación, resumida en la tabla 22.

Tabla 22.
Estado del conocimiento de la vegetación por cuencas en el sur de la Amazonia colombiana

Tipo de Vegetación	Subcuencas							
	A_CAQ	A_PUT	YARI	M_CAQ	M_PUT	B_CAQ	B_PUT	AMAZ
BA	Bueno	Vacío	Incompleto	COMPLETO	Vacío	Incompleto	Incompleto	Bueno
BM	Bueno		Vacío	Vacío	Vacío	Incompleto	Bueno	Incompleto
BB	Bueno		Vacío	Bueno	Incompleto	Incompleto		
AL	Bueno	Bueno	Vacío	Bueno	Vacío	Incompleto	Incompleto	Bueno
HA			Incompleto	Incompleto				
SA			Vacío					

Vacíos de información

- Bosques altos: en las cuencas alta y media del río Putumayo
- Bosques medios: cuenca del río Yari y medias de los ríos Caquetá y Putumayo
- Bosques bajos: cuenca del río Yari
- Bosque aluviales: cuenca del río Yari y media del río Putumayo
- Sabanas: cuenca del río Yari

Conocimiento incompleto

- Bosques altos: cuenca media del río Caquetá, y bajas de los ríos Caquetá y Putumayo
- Bosques medios: cuenca baja del río Caquetá
- Bosques aluviales: cuenca bajas de los ríos Caquetá y Putumayo
- Herbazales-arbustales: cuenca del río Yari

Buen estado del conocimiento

- Bosques altos: cuenca alta del río Caquetá y cuenca del Amazonas
- Bosques medios: cuencas alta del río Caquetá y baja del Putumayo
- Bosques bajos: cuencas alta y media del río Caquetá
- Bosques aluviales: cuenca alta y media del río Caquetá, alta del Putumayo y cuenca del Amazonas.

En cuanto al nivel de detalle de los estudios realizados, tan solo la mitad de los términos descritos para la vegetación de la región corresponden a descripciones florístico-estructurales, que brindan información detallada acerca de la composición florística y

organización espacial de los elementos que la integran. En el futuro es importante promover estudios que aborden la temática desde esa perspectiva. Por otra parte, existen pocas descripciones detalladas sobre tipos de vegetación no boscosa (herbazales y sabanas) y dada la falta de conocimiento que se tiene sobre estas coberturas, es importante conducir estudios para la descripción y entendimiento de estos tipos de vegetación.

Prioridades de investigación

Para establecer las prioridades de investigación sobre la vegetación de la región se comparó el nivel general de conocimiento ecológico y de la vegetación de la región (figura 14) con el estado del conocimiento de la composición de la vegetación (tabla 22). Con base en este análisis fue posible definir los sectores con mayores necesidades de investigación para el conocimiento de la vegetación de la región (figura 16):

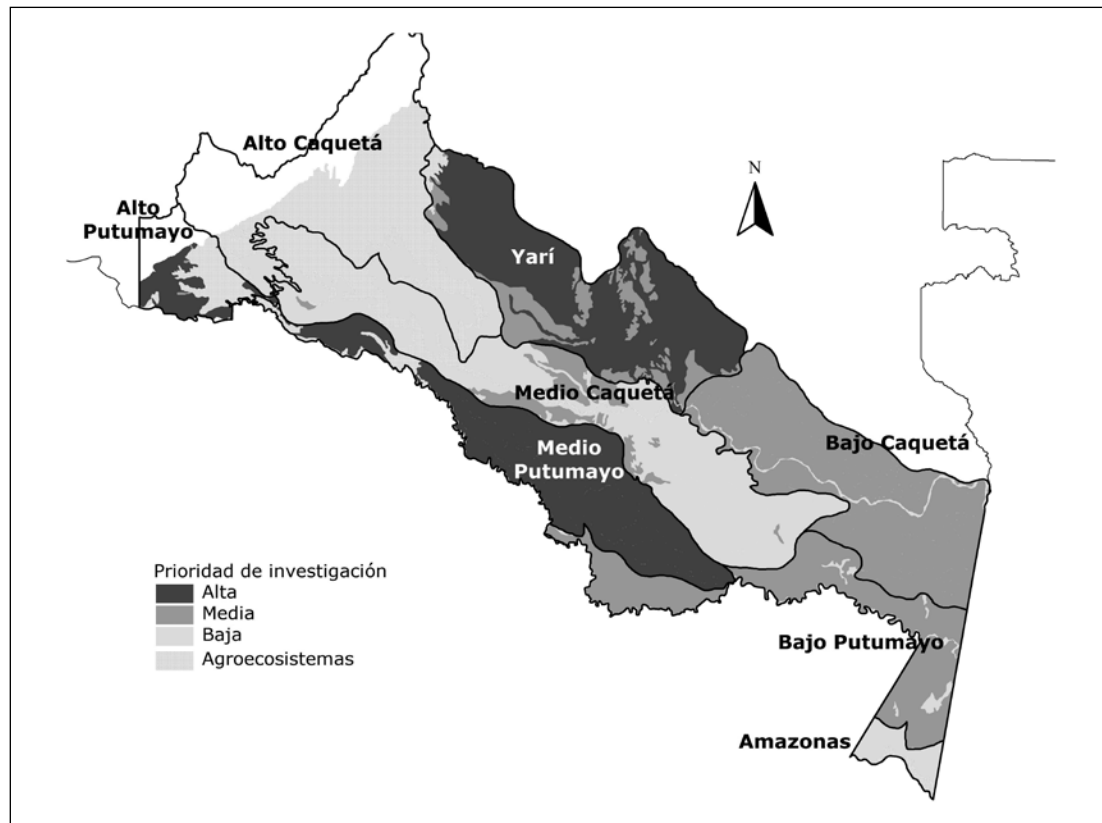


Figura 16. Áreas prioritarias para investigación en el sur de la Amazonia colombiana

Zonas con prioridad alta de investigación

- Cuenca alta del río Putumayo: bosques altos
- Cuenca del río Yari: bosques medios, bajos y aluviales, y sabanas
- Cuenca media del río Putumayo: bosques altos, medios, bajos y aluviales

Zonas con prioridad media de investigación

- Cuenca alta del río Putumayo: bosques aluviales
- Cuenca del río Yarí: bosques altos y herbazales-arbustales
- Cuenca media del río Caquetá: bosques medios
- Cuenca baja del río Caquetá: altos, medios, bajos y aluviales
- Cuenca baja del río Putumayo: bosques altos y aluviales.

Tareas futuras

Asumiendo que la caracterización comunitaria de la vegetación puede tomarse como punto de partida para la definición de los sistemas bióticos (como los ecosistemas), sería deseable trascender el nivel descriptivo que ha caracterizado los estudios de la

vegetación para abordar la temática de lo funcional, a través de aproximaciones que permitan acercarnos a los procesos demográficos, su dinámica y sus cambios en el tiempo. Para lograr cumplir este objetivo es necesario una integración real de la información biótica, abiótica, cultural, económica, social, etc., mediante redes de información asequibles por la comunidad que desarrolla conocimiento en la región, que permita su retroalimentación y difusión. Además, la necesidad de establecer programas de investigación a largo plazo fortaleciendo grupos locales, regionales y nacionales es fundamental para garantizar la viabilidad y el entendimiento de los procesos ecosistémicos en el tiempo.

Vegetación del interior de bosques de tierra firme



Estudio de caso

La dispersión de semillas: una herramienta para comprender la composición y estructura de los bosques amazónicos

Angela Parrado-Rosselli

Fundación Tropenbos - Colombia

Universidad Distrital Francisco José de Caldas - Bogotá

La dispersión de semillas es uno de los procesos determinantes en el reclutamiento, rango de expansión, demografía y estructura espacial y genética de las poblaciones de plantas, particularmente a escalas locales e intermedias (Hubbell 1979, Schupp 1990, Nathan y Muller-Landau 2000, Wenny 2000). Se compone de una serie de pasos que incluyen la producción de frutos, la remoción, el consumo y el transporte de semillas viables lejos de la copa del parental (dispersión primaria) por parte de un agente dispersor (e.g. viento, agua, animales), la remoción de semillas de ubicaciones posteriores (dispersión secundaria), la depredación de semillas y su patrón de distribución en el suelo (sombra de semillas). Este último, representa el punto de partida para el establecimiento de plántulas, juveniles y adultos en el bosque.

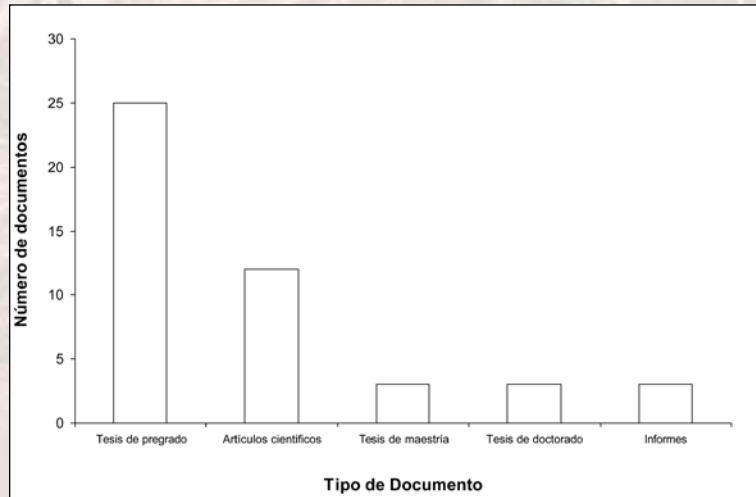
En los últimos años, los estudios realizados en bosques tropicales sobre dispersión de semillas se han concentrado en evaluar el efecto de los agentes dispersores (e.g. animales frugívoros) en la diversidad, demografía y los patrones de ocupación de espacio de las especies de plantas. Cada vez son más los estudios que pretenden correlacionar la dispersión de semillas con los patrones de distribución espacial de las plantas adultas, tanto a escalas locales como intermedias (Clark *et al.* 1999, Bleher y Bohning-Gaese 2001). Sin embargo, en muchos casos casi toda la evidencia es correlacional, indirecta, o se limita a unas cuantas especies, por lo que resultados obtenidos son aún muy débiles para demostrar que la dispersión moldea la estructura de las poblaciones o para elaborar modelos predictivos (Clark *et al.* 1999, Nathan y Muller-Landau 2000). Es fundamental, entonces, abordar de forma integral el proceso de la dispersión a través de la obtención de información cuantitativa y rigurosa sobre cada una de las diferentes etapas de la cadena de dispersión de semillas y conectarlas entre sí, y considerar las diferentes variables tanto temporales, espaciales, bióticas como abióticas que pueden incidir en cada una de las etapas.

Este documento revisa los estudios que sobre dispersión de semillas se han realizado en los bosques húmedos tropicales del sur de la Amazonia colombiana (Caquetá, Putumayo y Amazonas), y cómo han contribuido al mejor conocimiento sobre los patrones de regeneración y de ocupación de espacio de las especies de plantas tropicales. Para el análisis, los documentos se clasificaron en cinco grandes temas secuenciales escogidos con base en las etapas de la cadena de la dispersión: 1) producción de frutos; 2) mecanismos de dispersión; 3) dispersión primaria; 4) dispersión secundaria y patrones de distribución de las semillas y 5) procesos post-dispersión. Cada documento se clasificó en uno o más temas dependiendo del contenido del mismo. Por lo tanto, se consideraron documentos no sólo sobre dispersión de semillas *sensu stricto* sino también temas relacionados tales como fenología, regeneración y estructura poblacional de algunas especies de plantas. En la parte final se incluyen orientaciones sobre posible investigación futura y cómo enlazar este tema con estudios existentes e investigaciones actuales para contribuir al mayor conocimiento y conservación de los procesos que mantienen y dan forma a la diversidad en los bosques húmedos tropicales.

Los estudios

Se encontraron 46 documentos sobre dispersión de semillas y temas relacionados realizados en la región sur de la Amazonia colombiana, siendo éstos en su mayoría tesis de pregrado. Le siguen artículos publicados en revistas científicas nacionales e internacionales y en menor número de tesis de postgrado e informes internos. Es de aclarar que el número de documentos es mayor al número real de investigaciones sobre el tema, puesto que en algunos casos los resultados de una investigación se publicaron como tesis y posteriormente como un artículo en alguna revista científica de orden nacional o internacional. No obstante, a pesar de referirse a la misma investigación no se excluyó ningún documento, pues en muchos casos el artículo científico presenta información editada mientras que la tesis presenta los resultados completos. Más aún son formas diferentes y complementarias de difundir la información de un trabajo, que en ocasiones puede llegar a diferentes públicos (figura 17).

Figura 17.
Número de documentos encontrados en dispersión de semillas y temas afines realizados en el sur de la Amazonia colombiana, clasificados por tipo de documento



Las investigaciones sobre dispersión de semillas y temas relacionados se concentran en cuatro sitios. El mayor número de documentos corresponden a estudios realizados en cuenca media del río Caquetá (25); en segundo lugar se encuentra la cuenca colombiana del río Amazonas, entre los municipios de Puerto Nariño y Leticia (13). Para la cuenca baja del río Apaporis se encontraron 8 documentos. Se conocen, además, algunas investigaciones en estos temas realizadas en la cuenca de la quebrada Puerto Abeja pero los datos y resultados no han sido publicados. Para el resto de la Amazonia colombiana no se encontraron documentos relacionados con el tema. Respecto a la temática, la mayoría ha estado enfocada en dispersión primaria de semillas (figura 18), con especial énfasis en los visitantes frugívoros y el consumo de frutos por animales con relación a determinados árboles en fruto, mientras que estudios sobre los eventos posteriores de la cadena de la dispersión o que incluyan más de una etapa son escasos.

A continuación se presenta de forma más específica cada uno de los grandes temas seleccionados, los estudios realizados y sugerencias de trabajo futuro para algunos de estos.

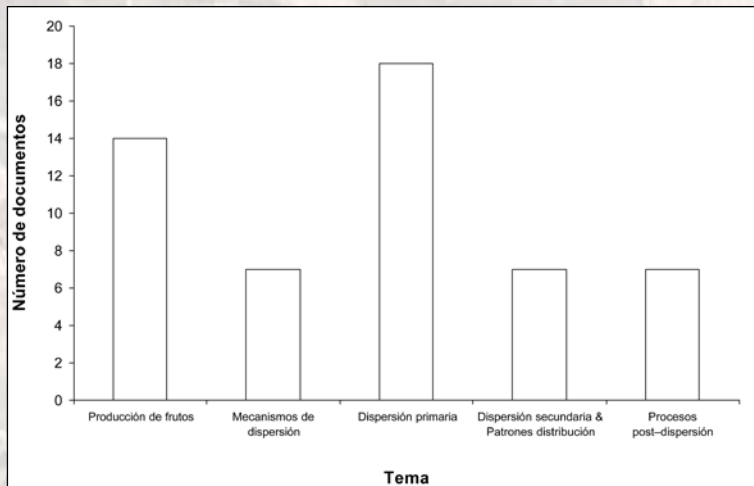


Figura 18. Número de documentos encontrados en dispersión de semillas y temas afines realizados en el sur de la Amazonia colombiana, separados en cinco grandes temas escogidos con base en los pasos de la cadena de la dispersión

Producción de frutos

El estudio de la fenología y los patrones de producción de frutos son fundamentales a la hora de investigar los procesos de dispersión de semillas, pues permite conocer cuándo, dónde y cuántas semillas podrán ser dispersadas y entender cómo interactúan los animales con las plantas por los recursos alimenticios que éstas proveen. Además tiene potenciales implicaciones para un futuro manejo de semilleros destinados a la reforestación y el establecimiento de plantaciones forestales de especies nativas (Ordóñez *et al.* 2004). A pesar de lo anterior, los estudios a este respecto en el sur de la Amazonia colombiana son aún bastante escasos (14 según lo muestra la figura 18).

A nivel de comunidad, sólo unos cuantos estudios han documentado, durante un ciclo anual completo, los cambios estacionales en la abundancia y producción de frutos (i.e. Palacios y Rodríguez 1997, Palacios y Rodríguez 2001, Moreno 2003, Arbeláez y Parrado–Rosselli 2005, Parrado–Rosselli 2005, S.E. Bennett datos no publicados, Fundación Puerto Rastrojo datos no publicados). El resto de documentos se restringen a especies particulares, a grupos de especies, o a ciertos periodos del año (Campell 1978, Urrego 1987, Salazar 1988, Vélez 1992, Bernal y Saldarriaga 1995, De Vries 1994, Van der Bergh 1995, Arnedo 1999, Hoogeland y van Leeuwen 2001, Prieto–López 2001, Alarcón 2003, Castaño–A. 2003, Parrado–Rosselli *et al.* 2006).

A partir de estos estudios, se puede afirmar que, al igual que en la mayoría de los bosques húmedos tropicales (Peres 1994, Silvius 2002, Stevenson 2004), los bosques del sur de la Amazonia colombiana presentan una variación estacional en la producción de frutos, con un pico de fructificación en los periodos más húmedos del año, mientras que los periodos de baja producción ocurren entre finales de la estación húmeda y principios–mediados de la estación seca. Debido a que hay una alternancia entre años de alta producción de frutos con años de baja producción y que no todos los individuos ni las especies se reproducen de forma anual (Foster 1982, Chapman *et al.* 1999, Wright *et al.* 1999, Parrado–Rosselli 2005), es importante hacer estudios sobre los cambios multianuales en la producción de frutos. Es importante además profundizar sobre las especies, grupos de plantas o ecosistemas que ofrecen fruto durante los periodos de escasez generalizada de frutos en el bosque (Vélez 1992, Arbeláez y Parrado–Rosselli 2005, Parrado–Rosselli 2005), puesto que la identidad o presencia de dichos grupos varía entre regiones y ecosistemas. Adicionalmente, en comparación con otros bosques húmedos tropicales, la producción de frutos de los extensos bosques de tierra firme de la Amazonia colombiana parece ser extremadamente baja en términos de kilogramos de fruto por hectárea (Parrado–

Rosselli 2005). Esta baja producción podría explicar, además de la cacería, las bajas densidades y los grandes rangos de hogar observados para muchas especies de vertebrados en algunas áreas del sur de la Amazonia colombiana. Por lo tanto, estudios enfocados en la producción de frutos, que incluyan comparaciones entre diferentes tipos de bosques y monitoreos a largo plazo, pueden ayudar a entender mejor si la producción de frutos es un limitante para las poblaciones de vertebrados y para las dinámicas de regeneración de las plantas de los bosques de la región.

Mecanismos de dispersión

La combinación de las características morfológicas y químicas de los frutos y semillas, con las características fenológicas de las plantas, se encuentra asociada a diferentes mecanismos de dispersión por agentes bióticos o abióticos como el viento, el agua y los animales (Van der Pijl 1982, Gottsberger y Silberbauer–Gottsberger 1983, Howe y Westley 1988). La proporción de mecanismos de dispersión en una comunidad vegetal está determinada por las características del ecosistema, como aspectos ambientales, y la estructura y composición florística de la vegetación (Van der Pijl 1982, Hughes *et al.* 1994,). Por lo tanto, el conocimiento sobre la proporción de los mecanismos de dispersión en las comunidades de plantas provee una visión general sobre la ecología local (Howe y Westley 1988). En el sur de la Amazonia colombiana los estudios realizados sobre los mecanismos de dispersión han estudiado ecosistemas particulares como las mesas de arenisca, o han comparado tipos de vegetación como bosques tierra firme y bosques inundables, dosel y sotobosque, o vegetación primaria y secundaria (Van der Wal 1989, Van Dulmen 1992, Demmer 1993, Castaño–A. 2003, Arbeláez 2003, Arbeláez y Parrado–Rosselli 2005, Parrado–Rosselli 2005).

Dispersión primaria

Uno de los aspectos más importantes y más estudiados acerca de la dispersión de semillas es la dispersión que efectúan los frugívoros arbóreos o voladores directamente en la copa de los árboles en fruto, conocida también como dispersión primaria. Estas investigaciones han registrado la actividad frugívora en árboles en fruto y los principales consumidores de sus frutos y semillas (De Vries 1994, Bernal y Saldarriaga 1995, Correa 1995, Van der Bergh 1995, Rozo–Mora 2001, Moreno 2003, Rozo–Mora y Parrado–Rosselli 2004, Parrado–Rosselli 2005). También han evaluado cómo los comportamientos alimenticios de los animales se ven afectados por su morfología y fisiología, por las características de frutos y semillas, y por los patrones de fructificación de las especies y comunidades de plantas (De Vries 1994, Van der Bergh 1995, Palacios *et al.* 1997, Parrado–Rosselli 1997, Arnedo 1999, Hoogeland y van Leeuwen 2001, Palacios y Rodríguez 2001, Parrado–Rosselli *et al.* 2002, Alarcón 2003, Parrado–Rosselli 2005). Otros estudios han también abordado la frugivoría a través del comportamiento de los animales, sus dietas, las preferencias por ciertos frutos, la frecuencia y regularidad de las visitas a un árbol en fruto (fidelidad), las tasas de alimentación, la remoción y el transporte de semillas viables lejos de la copa de los parentales (Correa 1995, Palacios y Rodríguez 1995, Defler 1996, Defler y Defler 1996, Barrera–Zambrano 2004, Parrado–Rosselli 2005, Parrado–Rosselli y Amaya–Espinel 2006).

Dispersión secundaria y patrones de distribución de las semillas

Aunque muchos estudios han encontrado que la dispersión primaria de semillas puede moldear el patrón de distribución de plántulas e individuos adultos (Jordano y Schupp 2000, Bleher y Böhning–Gaese 2001, Parrado–Rosselli 2005), no se puede llegar a este tipo de conclusiones sólo por relaciones de causalidad. El efecto de los eventos bióticos y abióticos que ocurren una vez las semillas han sido removidas de la copa de los parentales pueden variar de especie en

especie, y de tipo de bosque a tipo de bosque. De tal forma, la dispersión secundaria de semillas (por dispersores terrestres después de la acción de dispersores arbóreos y reacomodamiento de la distribución inicial de las semillas), los procesos de depredación postdispersión, la mortalidad distancio y denso-dependiente y los patrones de deposición y distribución de las semillas (sombra de semillas) pueden llegar a ser más importantes que los eventos de dispersión primaria (Janzen 1970, Connell 1971, Nathan y Muller-Landau 2000, Wenny 2000). Por ejemplo, para muchas especies de plantas, los dispersores terrestres son los principales y más efectivos agentes dispersores de semillas, mientras que para otras la depredación de sus semillas es la que da forma a la distribución de plántulas y juveniles (Schupp 1990, Forget 1996, Peres y Baider 1997, Clark *et al.* 1999, Bleher y Böhning-Gaese 2001, Jansen y Zuidema 2001, Jansen *et al.* 2004).

En los pocos estudios realizados en el sur de la Amazonia colombiana en estos temas, Figueiredo (2002) y Ramírez (2004) encontraron que el papel de la dispersión secundaria de semillas de *Costus amazonicus* y *Astrocaryum chambira*, respectivamente, era fundamental en contraste con el papel de la dispersión primaria. Todos los documentos coinciden en que la densidad de semillas y de plántulas es mucho mayor bajo la copa de los parentales y disminuye con la distancia. Sin embargo, el grado y la intensidad de la disminución de la densidad con la distancia varían notoriamente entre una especie y otra. Adicionalmente, en estos estudios, la depredación de semillas por lo general obedece a los modelos de mortalidad denso y distancio-dependiente propuestos por Janzen (1970) y Connell (1971), y la depredación por vertebrados terrestres ha sido de menor importancia en contraste con la depredación por invertebrados y patógenos (Londoño 2000, Figueiredo 2002, Gigante 2002, Ramírez 2004, Parrado-Rosselli 2005).

Procesos postdispersión

Así como son pocos los estudios sobre los procesos de regeneración y establecimiento de plántulas, juveniles y adultos en el bosque, son mucho menos los que lo relacionan con la dispersión de semillas. Sólo algunos estudios relacionan las fases semillas-adultos. Ramírez (2004), por ejemplo, relaciona las distribuciones de individuos adultos de *Astrocaryum chambira* con la dispersión generada por sus principales dispersores de semillas (roedores) en dos bosques con diferente grado de intervención antrópica. Parrado-Rosselli (2005) correlaciona los patrones de distribución espacial de *Brosimum utile* y *Dacryodes chimantensis* con los patrones de distribución de las semillas de estas especies. Dicho estudio sostiene que la baja dispersión de semillas de *D. chimantensis* estuvo relacionada con la distribución agregada de los árboles en el bosque, mientras que la alta dispersión de semillas de *B. utile* estuvo relacionada con la distribución azarosa de los árboles en la población. Hernández (2001), por otro lado, sugiere que los patrones espaciados de distribución de los árboles de *Pseudolmedia laevis* en un bosque de tierra firme parecen corresponder a una alta dispersión de semillas por animales observada, pero no proporciona datos sobre este aspecto. No obstante, estos estudios carecen de un seguimiento riguroso de las fases intermedias, y por ende no evalúan el efecto de factores como luz, dinámicas de claros, competencia y fertilidad de suelos en el crecimiento, mortalidad y estructura espacial de las poblaciones de plántulas y juveniles. Aunque Parrado-Rosselli (2005) examina la estructura espacial de plántulas, juveniles y adultos, no mide el efecto de las variables mencionadas, y asume que juegan un papel similar en el crecimiento de las dos especies, lo que, aunque es aplicable para una gran cantidad de especies (Hamill y Wright 1986, Clark *et al.* 1999, Bleher y Böhning-Gaese 2001), no necesariamente puede llegar a ser cierto para las especies consideradas. Cinco estudios examinan la regeneración y establecimiento de las plántulas de algunas especies útiles (e.g. maderables) (Bergeron 1992, Jaramillo 2001, Castaño-A. 2005, Gruezmacher 2005 y Avella y Rodríguez 2005). Sin embargo, con excepción de Jaramillo (2001), hacen muy pocas alusiones a la dispersión. Arango (2001), Torres (2002) y Lema (2003) examinan la estructura de poblaciones adultas de ciertas especies de árboles, pero apenas si consideran la dispersión de semillas como un factor que influye en la estructura de la población.

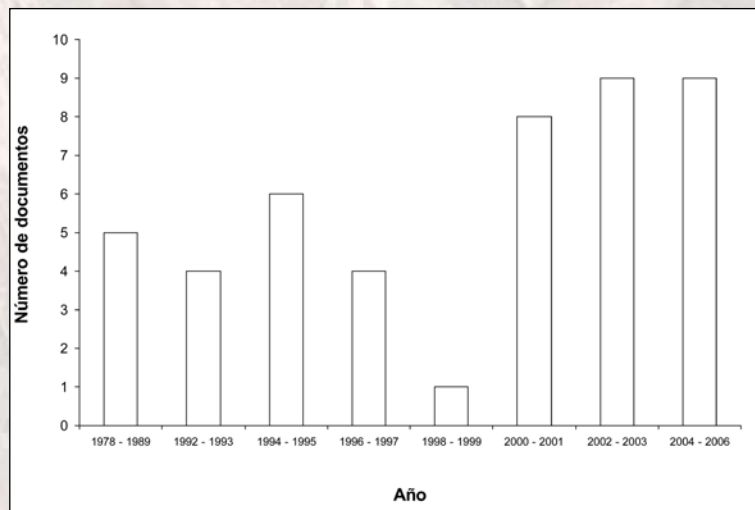
Por otro lado, aunque una gran cantidad de los estudios realizados en la región se han enfocado en la composición y estructura de la vegetación, y otros han estudiado los aspectos poblacionales de especies o grupos particulares de especies, sólo algunos relacionan los patrones, estructuras y composiciones observadas con la dispersión de semillas (i.e. Duivenvoorden 1995, 1996; Pérez 1999, Zamora–Cortés 1999, Arango 2001, Hernández 2001, Duque *et al.* 2002, Torres 2002, Duque *et al.* 2003; Lema 2003, Arbeláez y Duivenvoorden 2004, Duque 2004, Ramírez 2004, Parrado–Rosselli 2005). Sin embargo, la mayoría lo sugieren de forma anecdótica o basada en estudios realizados en otros bosques tropicales, por lo que son necesarios datos empíricos y rigurosos que le den solidez a dichas afirmaciones.

Discusión

En la última década, una gran cantidad de investigaciones se ha enfocado en los factores que determinan la diversidad y la distribución espacial de las especies de plantas en los bosques húmedos tropicales (e.g. Duivenvoorden 1995, 1996; Pitman *et al.* 1999, Svenning 2000, Duque *et al.* 2002, 2003; Duque 2004, Tuomisto *et al.* 2002). Estas investigaciones han evaluado factores basados en procesos tanto abióticos como bióticos, que suceden a escalas locales o regionales (Duivenvoorden *et al.* 2002, Terborgh *et al.* 2002, Duque *et al.* 2003, Duque 2004). En la Amazonia colombiana, estudios recientes han encontrado que en los muy diversos bosques de tierra firme, la variación en la fertilidad de los suelos explica sólo una fracción de los patrones de distribución de las especies de plantas (Duivenvoorden 1995, Duque *et al.* 2002, 2003; Duque 2004). En estos bosques, la mayoría de las especies de plantas poseen frutos adaptados para la dispersión por animales, lo que los convierte en los principales agentes dispersores de semillas (Castaño–A. 2003, Arbeláez y Parrado–Rosselli 2005, Parrado–Rosselli 2005). Por lo tanto, el estudio de procesos como la dispersión de semillas por animales podría ser fundamental para explicar y entender las dinámicas poblacionales y la distribución espacial de plantas.

Para el sur de la Amazonia colombiana, el número de trabajos realizados sobre el tema, ha aumentado en los últimos años, aun cuando las aproximaciones han sido bastante aisladas, y no han advertido la verdadera relevancia de la dispersión en la diversidad y en la estructura de las poblaciones (figura 19).

Figura 19.
Número de documentos encontrados en dispersión de semillas y temas afines realizados en el sur de la Amazonia colombiana en los últimos 25 años



La mayoría de la información existente son tesis de pregrado, cuya puntualidad en tiempo y espacio, así como su acceso restringido, ha limitado la aplicabilidad de los resultados obtenidos y la cohesión entre los diferentes estudios. La ausencia de tesis de doctorado o de grupos de investigación en esta temática evidencia la falta de un enfoque a largo plazo que vincule los diferentes pasos de la cadena de la dispersión (Parrado–Rosselli 2005). Adicionalmente existe una gran cantidad de información en aspectos de composición y estructura, pero aún son necesarios estudios enfocados en la función y los procesos.

Por lo tanto, el estudio de procesos ecológicos que mantienen y dan forma a la biodiversidad, en éste caso la dispersión de semillas, es una herramienta fundamental para integrar el conocimiento existente sobre plantas y animales, y para entender las dinámicas poblacionales, tanto de especies individuales, como a nivel de comunidad. El reorientar las investigaciones hacia la integración de la actividad frugívora y los patrones de deposición de semillas con la secuencia completa del reclutamiento de las plantas, ayudará a establecer si los frugívoros y la dispersión primaria determinan y en qué grado los patrones de distribución de los adultos en una población, o si por el contrario los procesos posteriores que ocurren entre la dispersión y la transición a individuos adultos alteran de forma significativa el patrón impuesto por la dispersión (Connell 1971, Nathan y Muller–Landau 2000, Wenny 2000). De esta forma se resaltaría la importancia de los organismos no sólo por la cantidad de especies y la biomasa que aportan al bosque amazónico sino también por sus roles ecológicos.

El contexto local

Para los indígenas amazónicos, las múltiples relaciones entre plantas y animales son fundamentales a la hora de regular y manejar su medio ambiente desde una perspectiva simbólica (van der Hammen 1992, Reichel–Dolmatoff 1997). Algunos comportamientos cotidianos, culturales y rituales de las comunidades indígenas están determinados por asociaciones simbólicas entre la fructificación de ciertas especies, los comportamientos de algunos animales (reproducción, migración, utilización de recursos), y aspectos climáticos como la lluvia. De tal forma, los estudios sobre dispersión de semillas son supremamente relevantes en el contexto amazónico, pues no sólo generan información científica que contribuye al conocimiento y la conservación de la biodiversidad, sino que también involucran aspectos de valor cotidiano y cultural de los pobladores locales.

A pesar de lo anterior, y que la mayoría de las investigaciones han sido desarrolladas en resguardos indígenas, de los documentos revisados sólo unos pocos incluyeron el conocimiento indígena a través de enfoques participativos o exclusivamente locales (Moreno 2003, Parrado–Rosselli 2005). Dada la importancia de la dispersión de semillas en la composición y estructura de los bosques y la importancia de los tabúes y otras regulaciones como mecanismo social para la conservación de los recursos, estudios continuados bajo una línea de investigación, en los que se incluya tanto el conocimiento científico como el conocimiento indígena, puede generar información que conduzca a un mejor manejo y entendimiento los bosques del sur de la Amazonia colombiana.

Síntesis y direcciones futuras

De acuerdo con lo revisado, es fundamental integrar las diferentes etapas de la cadena de la dispersión de semillas, así como profundizar en aquellas que han sido poco estudiadas como producción de frutos, dispersión secundaria, depredación, redistribución de las semillas y los procesos posteriores

como germinación, establecimiento, crecimiento y distribución de plántulas teniendo en cuenta aspectos temporales, espaciales, abióticos y bióticos. Se necesitan estudios con base en trabajos experimentales y enfocados no sólo en una o dos especies, sino en gremios o grupos, para así poder hacer predicciones. Por ejemplo, si los cambios en la sombra de semillas alteran la estructura de la comunidad, entonces la alteración experimental de la sombra de semillas y un monitoreo a largo plazo deberán soportar dichas predicciones (Levine y Murrell 2003). Además, la utilización de mecanismos de investigación participativa permite una discusión permanente y divulgación de la investigación, métodos, resultados y conocimiento. Esto garantiza la obtención de información de alta calidad y una mayor aplicabilidad para la toma de decisiones. Finalmente, en el cambiante entorno social, económico y ambiental de la Amazonia colombiana se sugieren los estudios sobre dispersión como herramienta para evaluar y analizar el efecto de la intervención humana en el estado de conservación de los bosques. Los cambios en los procesos que mantienen y dan forma a la biodiversidad, en este caso los patrones de dispersión pueden indicar el efecto de los cambios en la composición y estructura de los organismos (plantas o animales) y en las condiciones bióticas y abióticas producto de las actividades humanas (Stork *et al.* 1997).



Frutos de *Guatteria*
(*Annonaceae*)

2.4 Flora

2.4.1 La flora desde las publicaciones

Juan Carlos Arias-G.

Instituto Sinchi

Adriana Prieto-C.

Instituto Humboldt

La estratégica posición geográfica de Colombia en el norte de suramérica, como sitio de encuentro de las floras del norte y el sur del continente, su complejidad geográfica, climática, edáfica y su historia biogeográfica, son sin duda causas importantes de la alta diversidad florística del país (van der Hammen 1992). Numerosas personas e instituciones han aportado al estudio de la flora colombiana, desde el siglo XVIII con Francisco José de Caldas, José Celestino Mutis, Alexander von Humboldt, y posteriormente José Jerónimo Triana junto con numerosos exploradores y naturalistas que visitaron el país durante los siglos XIX y XX. Desde el siglo XX, numerosos botánicos e instituciones colombianas han avanzado en la exploración de rincones apartados de la geografía nacional, aportando al desarrollo de la botánica en el país. Sin embargo, existe una alta concentración de estudios en las zonas andinas y de páramos, siendo necesario profundizar en regiones amplias y de poca accesibilidad como la Amazonia (Vargas y Prieto 2006).

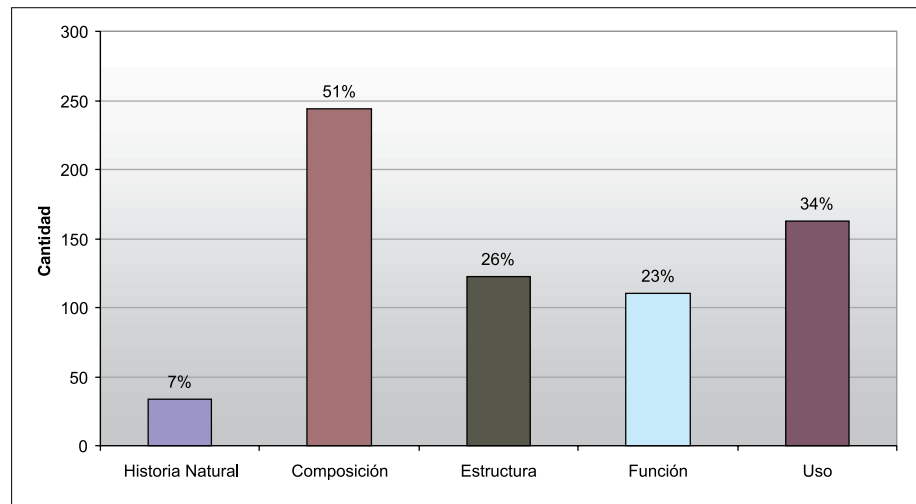
Aunque la información botánica del sur de la Amazonia colombiana parece escasa y dispersa, los esfuerzos realizados hasta la fecha han cumplido la tarea de sentar las bases del conocimiento de este grupo biológico, y aunque en menor proporción que para otras regiones de Colombia, la cantidad de estudios realizados en la región no es despreciable.

Se registraron 473 estudios distribuidos en cinco categorías temáticas: historia natural, composición florística (que incluye revisiones taxonómicas), estructura de bosques, función de bosques o ecología de especies y uso o manejo de especies (que incluye estudios etnobotánicos).

El inicio de los estudios en botánica estuvo enfocado al conocimiento de la flora y sus usos. Por ello, la mitad de las publicaciones abordan temas relacionados con composición florística, revisiones taxonómicas e inventarios florísticos, seguido de los estudios etnobotánicos o de uso de la flora (figura 20). Estos estudios buscan la caracterización e identificación de los elementos vegetales que componen un determinado sitio, como base para el conocimiento botánico de la región.

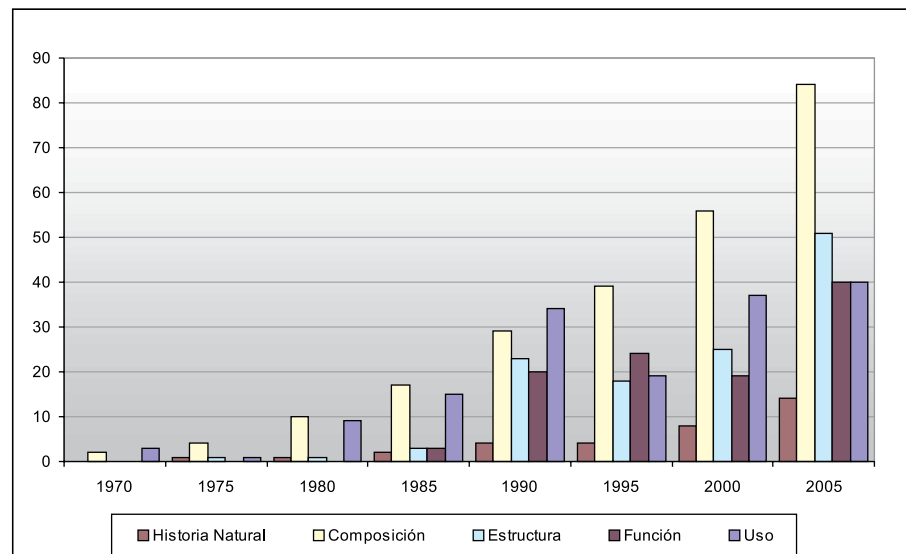
En botánica poco se ha avanzado en estudios de historia natural; las caracterizaciones estructurales de los bosques y los acercamientos ecológicos sobre la dinámica de la vegetación han ido en progresivo aumento al igual que los que abordan la composición florística.

Figura 20. Distribución de los estudios en flora realizados en los departamentos de Amazonas, Caquetá y Putumayo, de acuerdo a las temáticas abordadas en cada uno. Categorías no excluyentes



En la figura 21 se aprecia un incremento casi constante de los trabajos, con varios momentos de impulso a la publicación. A partir de la década de 1980 se puede observar un crecimiento, debido al establecimiento de la estación de investigación de la Corporación Colombiana para la Amazonia Araracuara – COA y la Fundación Tropenbos. Una segunda etapa de impulso a la investigación en la primera mitad de la década de 1990, probablemente gracias a la creación del Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial), la reorganización del Sistema Nacional Ambiental y la conformación de los institutos de investigación Sinchi y Humboldt. No obstante a partir de la segunda mitad de la misma década, se presenta un leve freno en la curva de estudios, debido quizá a los problemas de orden público, lo cual limita y restringe el acceso de investigadores a la región.

Figura 21. Evolución de los estudios botánicos a lo largo del tiempo, según las diferentes temáticas abordadas



El cubrimiento espacial de los estudios en flora, no ha sido uniforme en todos los departamentos (figura 22). Amazonas y Caquetá han recibido mayor atención de investigación. En Caquetá se encontraron 178 publicaciones y en Amazonas 126 (37% y 27% respectivamente). Los trabajos en Amazonas y Caquetá, corresponden en un alto porcentaje a estudios realizados en la región de Araracuara, la cual comprende el sector medio del río Caquetá, cubriendo territorios de ambos departamentos. Putumayo estuvo representado por 26 trabajos específicos en su jurisdicción (6%).

La estación de investigación en Araracuara, los Parques Nacionales Naturales Amacayacu, Cahuarí con estaciones permanentes de control y vigilancia, y el Parque Nacional Natural Chiribiquete con la estación de investigación de Puerto Rastrojo, ha brindado condiciones logísticas favorables para la investigación, superando los limitantes de las grandes distancias y la dificultad de acceso por la falta de vías de comunicación y penetración en algunas zonas.

El 26% de las publicaciones encontradas no están restringidas geográficamente a los tres departamentos del sur de la Amazonia colombiana, y corresponden a estudios de amplio rango geográfico que dentro de su análisis o muestreos abarcan uno o varios de los departamentos de la jurisdicción de Corpoamazonia.

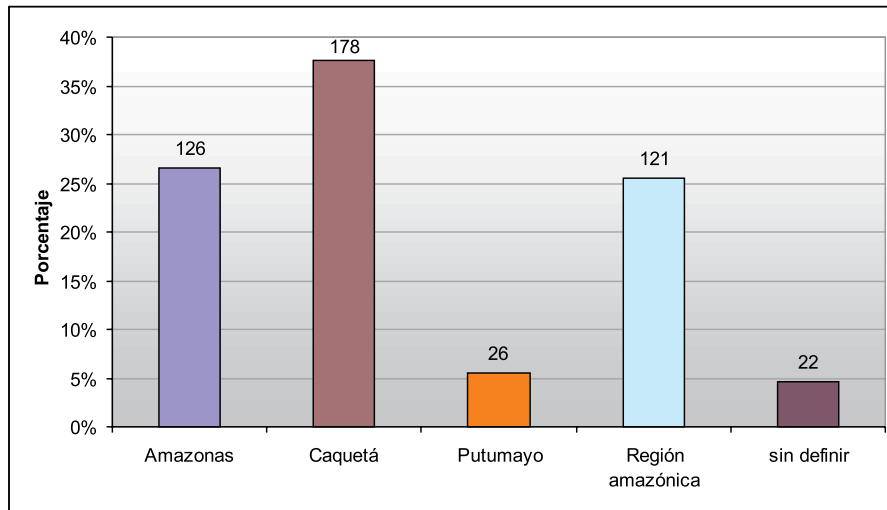
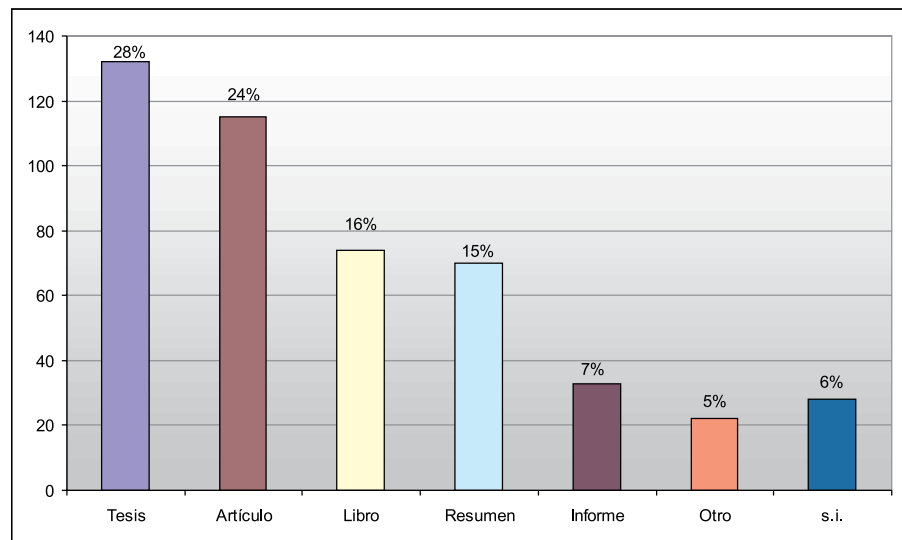


Figura 22. Distribución geográfica de las publicaciones en flora para el sur de la Amazonia colombiana

De los 473 documentos, cerca del 55% corresponden a publicaciones *sensu stricto*. Un alto porcentaje de la producción bibliográfica está representada por información gris, de poca accesibilidad y disponibilidad. Las tesis de pregrado y posgrado abarcan el 28% del total de documentos (figura 23), cuya circulación es restringida. El 12% está compuesto por informes técnicos, reportes de trabajos de campo y otro tipo de escritos, cuya accesibilidad es completamente limitada para la entidad que la produce. Aunque existe un buen nivel de trabajos en botánica para la región, las restricciones para su ubicación, acceso y citación, son obstáculos que no permiten disponer de este bagaje de información, ni por la comunidad científica ni por otros sectores de la sociedad, especialmente gestores, sector político y administrativo de la región.

Figura 23.
Tipos de publicaciones en flora para el sur de la Amazonia colombiana, cantidad y porcentaje de cada uno de ellos



Los resúmenes de investigaciones contenidos en las memorias de congresos y simposios representan el 15% de las publicaciones botánicas; un gran porcentaje de los resúmenes corresponden a reseñas de trabajos de tesis. Aunque estos resúmenes son una excelente oportunidad para presentar los principales resultados, el impacto es reducido puesto que no presentan detalles metodológicos, resultados completos ni discusión amplia. Es de esperarse que el porcentaje de trabajos botánicos publicados en congresos y eventos académicos sea mayor, pues 48 de los 70 resúmenes registrados (69%) fueron presentados tan sólo en el Octavo Congreso Latinoamericano y Segundo Colombiano de Botánica (Rangel-Ch *et al.* 2002), de los cuales 28 corresponden a resúmenes de tesis.

El papel de las universidades en la producción bibliográfica es notable. El 39% de las publicaciones vinculan entidades de educación superior, la Universidad Nacional de Colombia (sedes Bogotá, Medellín y Amazonia) es la entidad que más contribuye, participando en uno de cada cuatro escritos (figura 24). Le siguen en orden de importancia, la Universidad de Amsterdam, la Universidad de Los Andes y la Pontificia Universidad Javeriana. En menor medida están la Universidad de la Amazonia, la Universidad de Antioquia, y otras universidades nacionales y europeas. El apoyo de la Cooperación Holandesa por intermedio de la Fundación Tropenbos se refleja en la cantidad de estudios y tesis realizados en la Universidad de Amsterdam, en su mayoría de posgrado. Las universidades nacionales contribuyen principalmente con tesis de pregrado. Este aspecto es fundamental para rescatar la importancia del desarrollo de programas a largo plazo que además fortalecen las capacidades técnicas nacionales.

Las memorias del Octavo Congreso Latinoamericano y Segundo Colombiano de Botánica (Rangel-Ch. *et al.* 2002) contribuyen con el 10% de las publicaciones. Sin tener en cuenta esta publicación, la Universidad Nacional es la entidad que más apoya la elaboración de trabajos en la Amazonia, aunque muchos de ellos sean información gris, tal como se mencionó anteriormente.

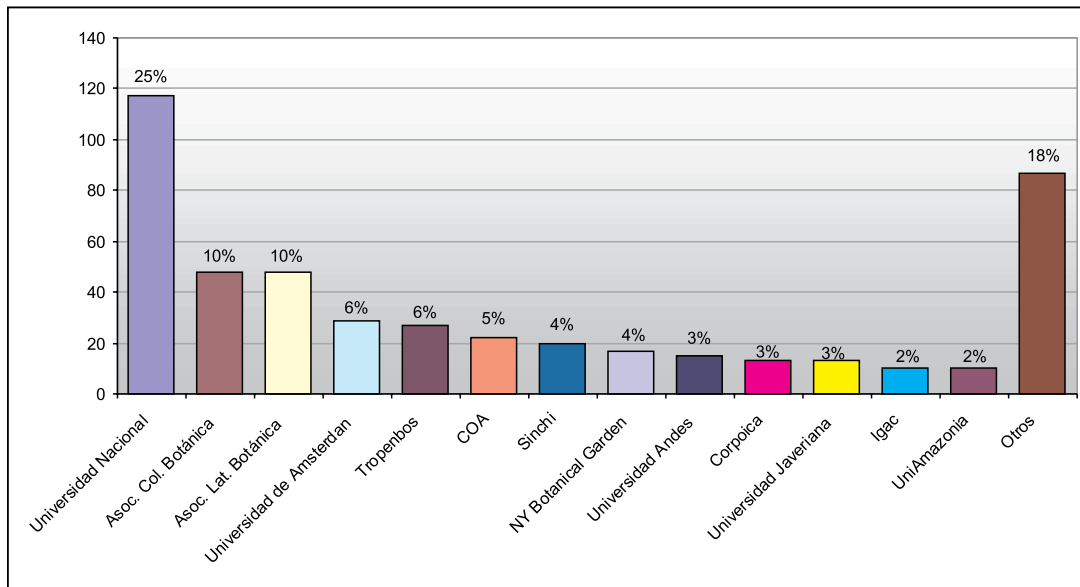


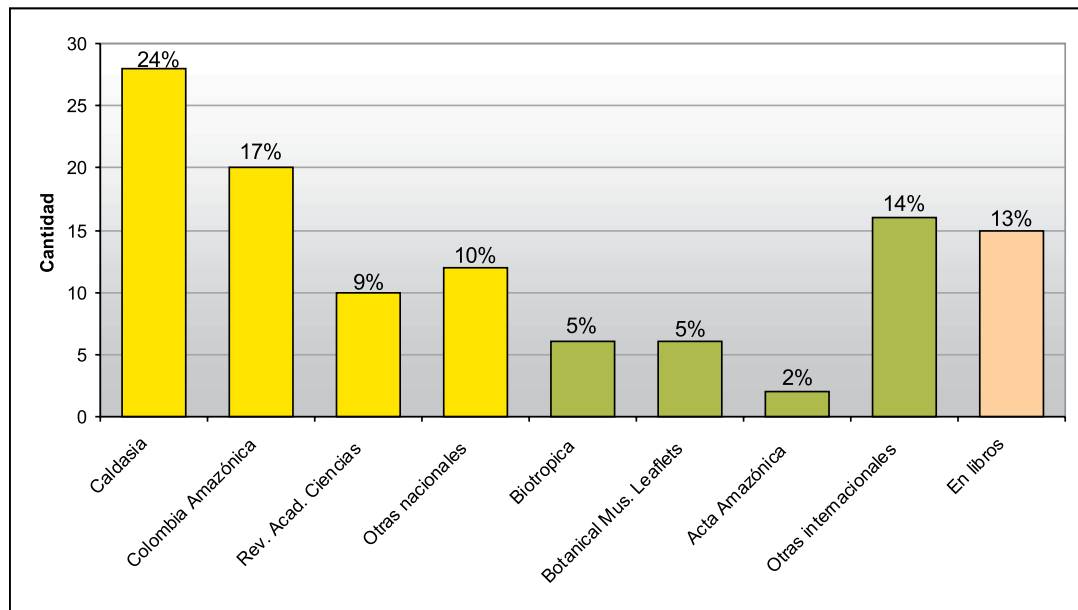
Figura 24.
Aporte de las entidades a la producción bibliográfica en el sur de la Amazonia colombiana

A nivel institucional sobresale el papel que la Cooperación Holandesa ha tenido en la región, mediante el apoyo de la Universidad de Ámsterdam, la Fundación Tropenbos y la Corporación Araracuara, además de la vinculación de universidades nacionales en la implementación de los proyectos de investigación. En la figura 24 se muestran las 13 instituciones que se citan en 10 o más publicaciones; 33 entidades sólo son citadas en una sola publicación.

El 24% de la producción botánica para el sur de la Amazonia colombiana está publicada en forma de artículos científicos en revistas indexadas (figura 25). El 61% de estos se encuentran en revistas nacionales, principalmente en *Caldasia*, seguida por *Colombia amazónica* y la *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales*. A nivel internacional las revistas que más han publicado trabajos de la región son la revista *Biotrópica* de la Organización de Estudios Tropicales, y el *Botanical Museum Leaflets*, cada una con el 5%. La revista *Caldasia* es la publicación colombiana que más trabajos sobre la región sur de la Amazonia ha publicado, es uno de los mecanismos a través de los cuales un porcentaje de la información gris de las tesis es dado a conocer entre la comunidad científica. En segundo lugar de contribución esta la revista *Colombia amazónica*.

Gran parte de la información presentada en publicaciones nacionales e internacionales son productos ocasionales; el 24% de las revistas tan sólo tienen uno o dos artículos. La revista *Colombia amazónica*, que reúne el 17% de las publicaciones, está especializada en la divulgación de trabajos en la Amazonia colombiana, recogió parte de la información generada hasta 1995, año en el cual suspendió su circulación. A partir de allí, se perdió un importante espacio para la difusión de la información generada aunque a partir de este lustro (1995-2000) la producción científica ha experimentado un incremento.

Figura 25.
Cantidad y porcentaje de artículos en botánica del sur de la Amazonia colombiana, publicados en diferentes revistas nacionales e internacionales



Las personas que han realizado sus aportes al conocimiento y documentación de la flora de esta parte de Colombia, corresponden a investigadores de universidades e instituciones con asiento y acción en la región. Se registraron 367 autores para las 473 citas bibliográficas encontradas, con un promedio de 2,2 ($\pm 2,7$) publicaciones en las que cada autor participa. De éstos, tan sólo 12 autores tienen 10 o más publicaciones y 237 aparecen como autores o coautores en una sola publicación, 58 autores tienen 2 publicaciones. Como se aprecia, existen muchos investigadores, pero son esporádicos, con poca continuidad de estudio en la región, y poca tradición para publicar los resultados. Muchos corresponden a estudiantes que en ocasiones sólo escriben su trabajo de grado y no lo publican. Similarmente, los autores que sólo figuran con dos publicaciones, en muchos casos corresponden a estudiantes que han escrito la tesis y han publicado el resumen en congresos o simposios.

Síntesis

Aunque escasos, los esfuerzos por documentar la flora del sur de la Amazonia colombiana no han sido pocos, y aparte de las dificultades de ingresar a la región para adelantar estudios, pareciera que es igualmente complicado acceder a la información generada.

La participación de los investigadores colombianos en el estudio de la flora amazónica ha ido en aumento gracias a las iniciativas de organizaciones no gubernamentales nacionales y extranjeras, así como al fortalecimiento y mejoramiento de la institucionalidad colombiana en materia de biodiversidad y medio ambiente. Es importante que estos esfuerzos institucionales continúen, pues permiten adelantar planes de investigación con continuidad temática y temporal.

La información bibliográfica, muestra un panorama amplio de lo que hasta el momento se publica de la flora de la región amazónica. Además es probable que aún existan muchos otros escritos acerca de la región cuya disponibilidad o accesibilidad restringida, no haya permitido que sea tenida en cuenta para estos análisis. Debe estimularse la publicación de la información gris existente, para poner a disposición de la comunidad científica y la sociedad en general, toda la base de conocimiento botánico.

Los estudios botánicos deben estar articulados a planes de investigación con mayor cubrimiento temporal y espacial que los efectuados hasta el momento. El componente temporal permitirá hacer un seguimiento a los cambios en la estructura y dinámica de las especies en aspectos demográficos, fenológicos y reproductivos, cambios en las tasas de crecimiento, a fin de determinar la viabilidad de las poblaciones. Los estudios de especies deben orientarse a superar el ámbito local, para mejorar la comprensión de factores que afectan la distribución, ecología y patrones biogeográficos.

2.4.2 La flora desde los registros biológicos

Dairon Cárdenas López, Juan Carlos Arias-G.
y Sonia Mireya Sua Tunjano
Instituto Sinchi

La región amazónica posee la mayor superficie boscosa del planeta, y abarca una de las mayores diversidades de plantas y animales, gracias a su amplia extensión y la diversidad de sus paisajes. Aunque a Colombia sólo le corresponde el 7% de la región (TCA 1998), su ubicación dentro de los refugios del Napo y el piedemonte de la cordillera de los Andes, le confiere características especiales en su riqueza biológica (Dinerstein *et al.* 1995), con una alta diversidad en muchos grupos, entre ellos las plantas leñosas (Prance 1982).

Gran parte del conocimiento de la riqueza de la flora de la Amazonia colombiana, se ha logrado adquirir mediante el esfuerzo que muchos investigadores han realizado en la región, recorriendo a través de los distintos ríos y vías de penetración los diferentes tipos de bosques. Algunos de estos esfuerzos han sido aislados y puntuales, pero otros han estado enmarcados dentro de políticas y planes de investigación institucionales amplios en el tiempo o en el espacio.

Las colecciones botánicas realizadas en la región demuestran el interés en avanzar hacia el conocimiento de esta amplia y vasta zona, pero también exhiben la dificultad de cubrir la región completamente por dificultades de acceso, inexistencia de infraestructura que permita desarrollar programas y largas jornadas de muestreo, o en la historia reciente, por problemas de orden público.

Las exploraciones botánicas en el sur de la Amazonia colombiana comenzaron en el siglo XIX con las expediciones en búsqueda de nuevas plantas medicinales, y continuaron

durante los siglos siguientes a través de investigadores europeos principalmente; esto ha dado como resultado que gran parte del conocimiento inicial de la flora amazónica se encuentre depositado en herbarios de otros países. A partir de 1930 se comienzan a generar colecciones botánicas de la Amazonia colombiana donde participan investigadores nacionales, y de allí surgen las generaciones de botánicos que en la actualidad avanzan y contribuyen a fortalecer y aumentar la información de la flora de la región.

Herbarios nacionales como el de la Universidad Nacional de Colombia -COL-, el Amazónico Colombiano – COAH, el de la Universidad de Antioquia – HUA, y el Federico Medem Bogotá – FMB, poseen gran parte de las colecciones botánicas de la Amazonia recolectadas a partir del siglo XX. De éstos, el Herbario COAH posee la mayor colección de esta región colombiana, completamente sistematizada, georreferenciada y con un nivel de determinación que supera el 85%. Con base en la revisión de la colección del Herbario COAH se realiza este análisis dado que se estima que esta base de datos contiene cerca del 95% del total de colecciones existentes para los departamentos de la región sur de la Amazonia colombiana. Aunque concientes del potencial y la riqueza de otros herbarios como COL en materia de flora amazónica, la falta de la sistematización de sus existencias, dificulta la accesibilidad rápida y eficiente al consolidado de la colección, por lo que en este trabajo se omiten éstos.

Aspectos taxonómicos

La colección general de los tres departamentos en el Herbario Amazónico Colombiano – COAH, está representada por 204 familias de plantas vasculares agrupadas en siete divisiones; de las cuales Magnoliophyta con 4.387 especies y Pteridophyta con 224, son las más representativas (tabla 23).

Tabla 23.
Número de
familias y
especies dentro
de cada división

División	N° de familias	N° de especies*
Magnoliophyta	174	4.387
Pteridophyta	22	224
Coniferophyta	2	5
Cycadophyta	2	6
Lycophyta	2	23
Gnetophyta	1	5
Sphenophyta	1	1
Total	204	4.651

*Plenamente identificadas

De acuerdo al orden de clasificación de plantas con flores de Cronquist (1981), en la división Magnoliophyta se destaca la clase Magnoliopsida (Dicotiledóneas) con 3.699 especies, y las familias con mayor número de especies son Rubiaceae con 338, Melastomataceae con 231 y Fabaceae con 174 especies (figura 26). La clase Liliopsida (Monocotiledóneas) está representada por 688 especies, y las familias mejor representadas son Araceae con 94, Arecaceae con 88 especies y Poaceae con 81 especies.

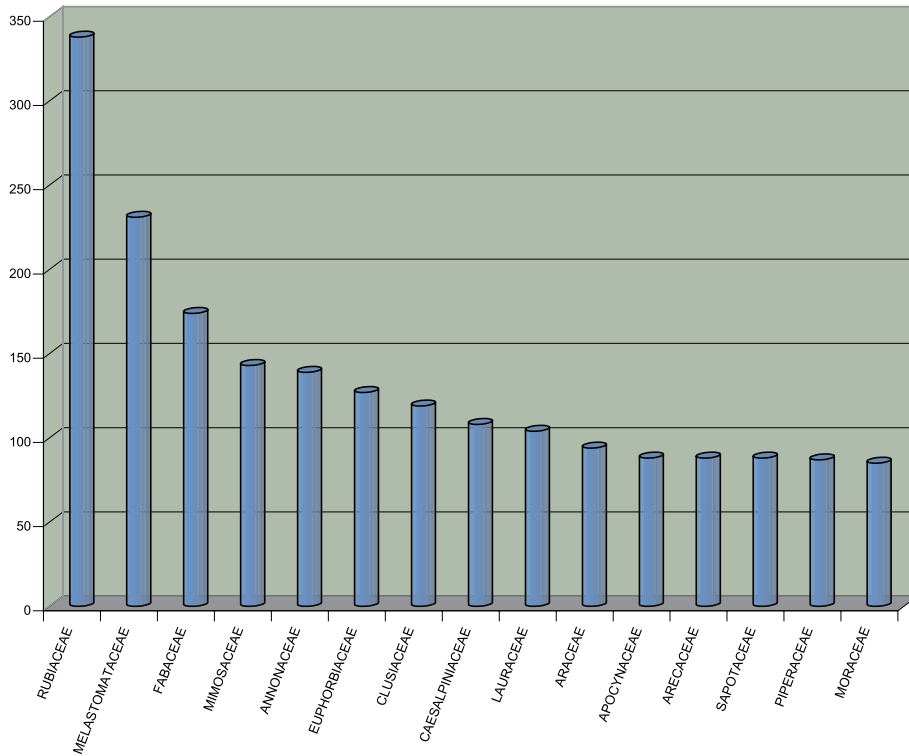


Figura 26.
Familias de
la división
Magnoliophyta
con mayor
número de
especies

La división Pteridophyta (helechos y afines) según Tryon y Tryon (1982), está representada por 22 familias y 224 especies, destacándose Dryopteridaceae con 47 especies, Polypodiaceae con 31 y Dennstaedtiaceae e Hymenophyllaceae con 27 cada una (tabla 24).

Familia	Nº de especies
Dryopteridaceae	47
Polypodiaceae	31
Dennstaedtiaceae	27
Hymenophyllaceae	27
Cyatheaceae	20
Pteridaceae	11
Aspleniaceae	8
Marattiaceae	8
Schizaeaceae	8
Thelypteridaceae	8

Tabla 24.
Familias de
la división
Pteridophyta con
mayor número
de especies

La división Lycophyta (Raven y Johnson 1992), está representada por Selaginellaceae con 17 especies y Lycopodiaceae con cinco. Siguen en orden de importancia la división Cycadophyta (Bold 1973) con la familia Zamiaceae (cinco especies) y Cycadaceae con una especie introducida. Posteriormente se encuentra Gnetophyta (Bold 1973) con

una familia y cinco especies y la división Coniferophyta (Cronquist 1969) con cinco especies y dos familias, Podocarpaceae y Cupressaceae, esta última introducida desde norteamérica.

La colección en los tres departamentos está compuesta por 1.204 géneros, 31% de los cuales se distribuyen entre las diez familias con mayor número de géneros (tabla 25). La alta diversidad florística de la Amazonia colombiana, está sustentada en la dominancia de pocos grupos taxonómicos que recogen la mayor parte de la riqueza de especies.

Tabla 25.
Familias con
mayor número
de géneros

Familia	Nº de géneros
Rubiaceae	69
Euphorbiaceae	47
Fabaceae	46
Poaceae	37
Asteraceae	34
Melastomataceae	32
Bignoniaceae	29
Orchidaceae	28
Apocynaceae	26
Caesalpinaceae	25

Los diez géneros más abundantes comprenden el 10,6% del total de especies. El género *Psychotria* contribuye con el 24% a la riqueza de especies de la familia Rubiaceae, siendo el género más abundante y diverso en la Amazonia colombiana. Por su parte el género *Miconia* representa más de la tercera parte de especies de Melastomataceae, e *Inga* aporta el 52% de las especies de la familia Mimosaceae. Aunque las familias Marantaceae y Burseraceae no se ubican entre las de mayor riqueza de especies, los géneros *Calathea* y *Protium* se encuentran entre los de mayor número de especies y contribuyen en gran medida a la riqueza de especies de sus respectivas familias (tabla 26).

Tabla 26.
Géneros con
mayor número
de especies

Género	Familia	Nº de especies
<i>Psychotria</i>	Rubiaceae	92
<i>Miconia</i>	Melastomataceae	90
<i>Inga</i>	Mimosaceae	75
<i>Piper</i>	Piperaceae	61
<i>Clusia</i>	Clusiaceae	44
<i>Pouteria</i>	Sapotaceae	40
<i>Protium</i>	Burseraceae	41
<i>Guatteria</i>	Annonaceae	39
<i>Calathea</i>	Marantaceae	38
<i>Licania</i>	Lauraceae	35

Aspectos geográficos

La intensidad de muestreo y número de especies registradas para cada departamento ha sido diferencial, siendo Amazonas el departamento con mayor cantidad de colecciones, seguido de Caquetá (tabla 27).

Departamento	N° de colecciones	Familias	Géneros	Especies
Amazonas	21.142	174	932	3.376
Caquetá	14.960	177	898	2.785
Putumayo	3.691	160	609	1.303
Total	39.793			

Tabla 27.
Colecciones,
familias, géneros
y especies por
departamento

Gran parte de los inventarios florísticos de estos dos departamentos, ha obedecido a los estudios adelantados en la región del medio Caquetá, zona limítrofe entre ambos departamentos, similarmente como se refleja en las publicaciones en botánica.

La familia Rubiaceae presenta el mayor número de especies en cada uno de los departamentos, independientemente del número de colecciones registradas en cada uno de ellos. Otras familias de importancia en cuanto al número de especies son Melastomataceae, Fabaceae, Mimosaceae, Annonaceae y Euphorbiaceae. Se destaca el alto número de especies de la familia Araceae en los departamentos de Caquetá y Putumayo, los cuales forman parte del piedemonte amazónico, donde la precipitación es mayor y recibe gran influencia de elementos florísticos de la cordillera de los Andes. La familia Arecaceae, de gran importancia cultural, también presenta alto número de especies.

En la clase Magnoliopsida (dicotiledóneas), los géneros que presentan mayor número de especies son *Miconia*, *Psychotria*, *Inga*, *Piper*, *Protium*, *Gutteria* y *Pouteria*. En Liliopsida (monocotiledóneas), resaltan el género *Heliconia* con alto número de especies en Caquetá, *Anthurium* y *Philodendron* en los departamentos de Amazonas y Caquetá. Dentro de los helechos los géneros con mayor diversidad son *Trichomanes* en Amazonas y *Cyathea* en Putumayo.

Amazonas

Para el departamento de Amazonas se han registrado 21.142 ejemplares botánicos que representan el 35,1% del total de la colección de plantas vasculares depositadas en el Herbario Amazónico Colombiano – COAH. La mayor parte de colecciones provienen de la región del medio Caquetá, principalmente en el corregimiento departamental de Puerto Santander, le siguen las colecciones de los corregimientos de Mirití-Paraná y Tarapacá (tabla 28).

Tabla 28.
Número de
colecciones en
los municipios y
corregimientos
del departamento
de Amazonas

Municipio	Colecciones	Porcentaje
Puerto Santander	9.718	46,00%
Mirití-Paraná	4.129	19,50%
Tarapacá	2.639	12,50%
Leticia	1.443	6,80%
Puerto Nariño	938	4,40%
La Pedrera	838	4,00%
Puerto Arica	708	3,30%
La Chorrera	445	2,10%
El Encanto	261	1,20%
Puerto Alegría	14	0,10%
La Victoria	9	0,00%
Total general	21.142	100,00%

En Puerto Santander y Mirití-Paraná, la mayor parte de colecciones corresponde a estudios ecológicos, taxonómicos y etnobotánicos adelantados por investigadores apoyados por la Fundación Tropenbos. En el corregimiento de Tarapacá el mayor número de colecciones corresponde a estudios de zonificación forestal adelantados por el Instituto Sinchi. Los corregimientos departamentales con mayores vacíos de información botánica son La Victoria, Puerto Alegría, El Encanto y La Chorrera, que en conjunto alcanzan 729 colecciones.

La familia con mayor número de especies es Rubiaceae con 255, seguida de Melastomataceae con 162 y Annonaceae con 125. Los géneros con mayor número de especies son *Miconia* con 65 especies, *Psychotria* con 63, *Inga* con 60 y *Piper* con 41 especies.

Caquetá

Departamento representado por 14.960 colecciones botánicas de plantas vasculares, 24,5% del total de la colección en el Herbario COAH. El municipio de Solano con 12.961 ejemplares, tiene el mayor número de colecciones para el departamento (86,6%). Estas colecciones en su mayoría son producto de los estudios efectuados en la región del medio Caquetá, principalmente en el sector oriental del municipio. Le sigue en número de colecciones el municipio de Florencia, aunque en una proporción 10 veces menor (tabla 29).

Tabla 29.
Número de
colecciones en los
municipios del
departamento de
Caquetá

Municipio	Colecciones	Porcentaje
Solano	12.962	86,60%
Florencia	1.109	7,40%
Puerto Rico	310	2,10%
San Vicente del Caguán	237	1,60%
Morelia	142	0,90%
El Doncello	76	0,50%

Municipio	Colecciones	Porcentaje
Belén de los Andaquíes	66	0,40%
La Montanita	23	0,20%
El Paujil	21	0,10%
Albania	14	0,10%
Total general	14.960	100,00%

Tabla 29.
Número de colecciones en los municipios del departamento de Caquetá (continuación)

Existe un gran vacío de registros botánicos en algunos municipios que hacen parte del piedemonte amazónico (Cartagena del Chairá, San José del Fragua, Curillo, Milán, Valparaíso y La Solita) pues no hay registros de colecciones en sus jurisdicciones. Es primordial adelantar acciones que permitan avanzar en el conocimiento de los recursos florísticos de esta zona, pues aunque corresponde a una de las zonas con mayor biodiversidad, es escaso el número de registros biológicos y bibliográficos en botánica.

En este departamento, la familia Rubiaceae presenta mayor riqueza con 198 especies, seguida de Melastomataceae con 126 y Fabaceae con 107. En géneros, la mayor diversidad la tienen *Psychotria* con 53 especies, *Inga* con 51, *Miconia* con 49 y *Piper* con 34.

Putumayo

El departamento de Putumayo está representado por 3.691 registros, el 6,0% de la colección general, lo cual lo ubica entre los departamentos con menos conocimiento florístico en toda la región amazónica. Los municipios con mayor número de colecciones son Mocoa y Puerto Leguízamo, pero en conjunto no alcanzan los 3.000 registros (tabla 30). La mayor parte de los municipios tienen menos de 100 muestras botánicas. Los municipios de Mocoa, Puerto Leguízamo y Villagarzón están representados en el 90% de los registros del departamento, los demás municipios tienen pocas colecciones o ninguna como en el caso de Colón, San Miguel, Santiago y Valle del Guaméz.

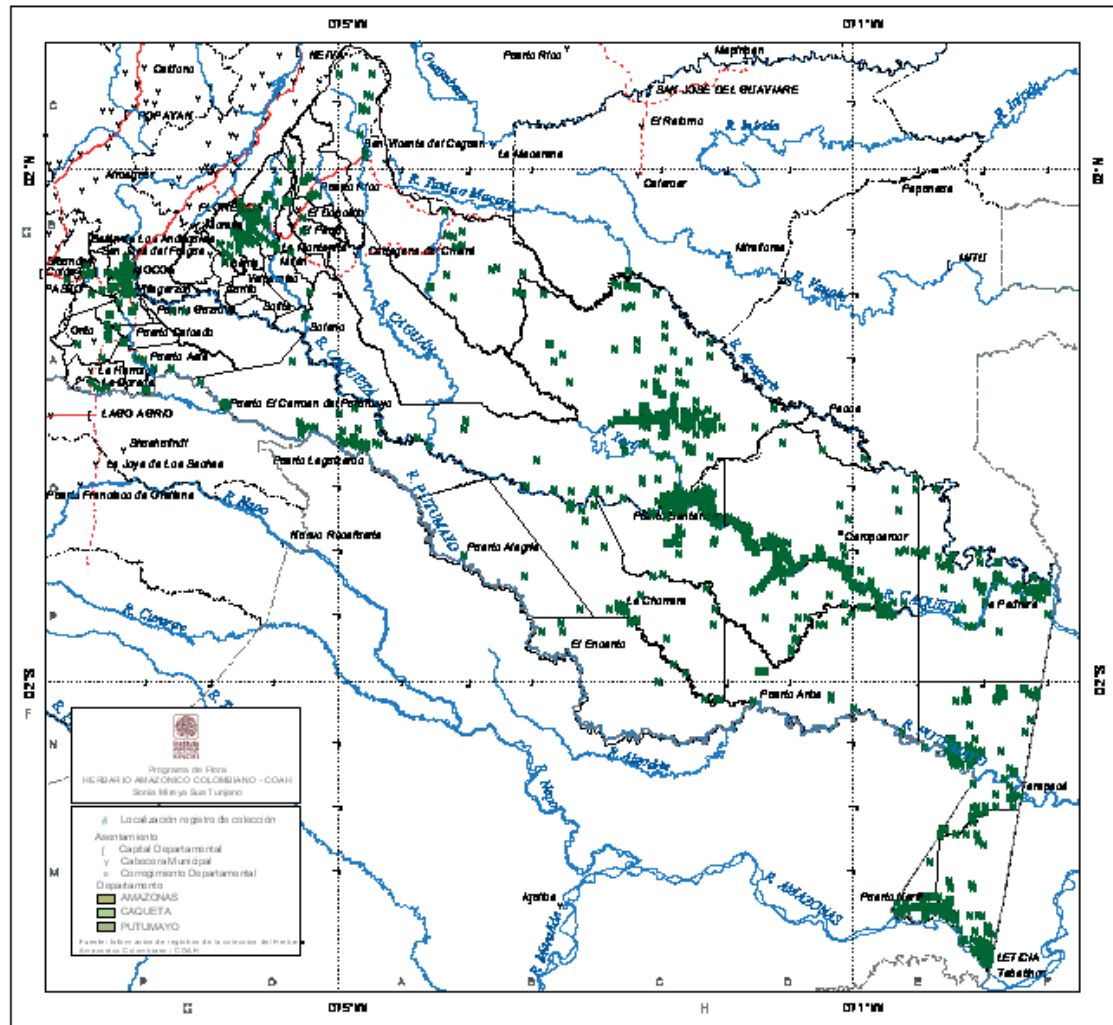
Municipio	Colecciones	Porcentaje
Mocoa	1.946	52,70%
Leguízamo	1.045	28,30%
Villagarzón	381	10,30%
Puerto Asís	96	2,60%
Orito	94	2,50%
San Miguel	41	1,10%
Puerto Caicedo	37	1,00%
Sibundoy	25	0,70%
Puerto Guzmán	20	0,50%
San Francisco	4	0,10%
Santiago	2	0,10%
Total general	3.691	100,00%

Tabla 30
Número de colecciones en los municipios del departamento de Putumayo

Estos registros corresponden a 1.303 especies de 898 géneros y 177 familias de plantas vasculares. Sobresalen las familias Rubiaceae, Melastomataceae y Araceae con 110, 64 y 42 especies respectivamente y los géneros *Psychotria*, *Piper* y *Miconia* con 45, 27 y 19 especies respectivamente. Sin embargo hay que tener en cuenta que al no considerar otros herbarios no se incluyeron colecciones realizadas durante la primera mitad del siglo XX en las partes altas del departamento (por encima de 2000 msnm), y de las cuales no reposan duplicados en el Herbario Amazónico Colombiano, por lo tanto el número puede ser mayor.

La figura 27 consolida la información relacionada con las colecciones botánicas realizadas en los tres departamentos del sur de la Amazonia colombiana.

Figura 27. Ubicación geográfica de las colecciones botánicas realizadas en los tres departamentos del sur de la Amazonia colombiana



Fuente: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, Programa de Flora, Herbario Amazónico Colombiano COAH 2007

Vacíos de información

Taxonómicos

El nivel de conocimiento taxonómico en las colecciones de la Amazonia colombiana aún requiere del esfuerzo de especialistas y taxónomos. El 97% de las colecciones se encuentran identificadas hasta género, mientras que el nivel de identificación hasta especie es del 83,8%. Tan sólo el 0,2% de las colecciones de los departamentos de Amazonas, Caquetá y Putumayo presentes en el Herbario COAH, se encuentran catalogadas como indeterminadas, es decir, sin asignación de familia.

Para las 15 familias con mayor riqueza de especies, se tiene un nivel de conocimiento del 88% (tabla 31), pero para las primeras 30 familias con mayor número de especies, el nivel de certeza taxonómica se reduce al 86%. De éstas 30 familias, las que presentan mayores vacíos taxonómicos son Orchidaceae con sólo el 60% de identificación hasta especie. La familia con mejor nivel taxonómico es Piperaceae, con el 96,7% de las especies plenamente identificadas.

Familia	Determinación taxonómica				
	Total	Género		Especie	
		Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Rubiaceae	386	385	99,70%	338	87,60%
Melastomataceae	256	255	99,60%	231	90,20%
Fabaceae	202	201	99,50%	174	86,10%
Mimosaceae	158	157	99,40%	143	90,50%
Annonaceae	157	156	99,40%	139	88,50%
Euphorbiaceae	154	153	99,40%	127	82,50%
Clusiaceae	131	130	99,20%	119	90,80%
Caesalpinjiaceae	122	121	99,20%	108	88,50%
Lauraceae	119	118	99,20%	104	87,40%
Araceae	108	107	99,10%	94	87,00%
Poaceae	104	103	99,00%	81	77,90%
Arecaceae	98	97	99,00%	88	89,80%
Apocynaceae	97	96	99,00%	88	90,70%
Sapotaceae	97	96	99,00%	88	90,70%
Moraceae	93	92	98,90%	85	91,40%

Tabla 31. Porcentaje de certeza taxonómica en las 15 familias con mayor número de especies en los departamentos de la región sur de la Amazonia colombiana

Los vacíos taxonómicos, sugieren la necesidad de fortalecer en la región amazónica la presencia de especialistas para estas familias botánicas principalmente, además de otros grupos taxonómicos representativos y característicos de la flora en diversidad y riqueza de especies.

Hábitos

Las especies de hábito arbóreo son el grupo de plantas más colectado, con el 48,8% de la colección, seguido por las hierbas y los arbustos. En menor medida se han colectado bejuco y palmas (tabla 32). Esta diferenciación en los hábitos de las colectas obedece a que la mayor parte de la información botánica en la Amazonia colombiana se ha desarrollado mediante estudios sobre la estructura del bosque y la composición del estrato arbóreo. El bajo porcentaje de colecta de palmas, obedece a la dificultad para su colección, al gran tamaño de sus hojas, inflorescencias, e infrutescencias, así como por la presencia de espinas en sus estructuras vegetativas, especialmente en tallos y hojas.

Tabla 32.
Representación
de hábitos de
los ejemplares
colectados en el
Herbario COAH

Hábito	Total	Porcentaje
Árbol	19.584	48,8%
Hierba	8.800	22,1%
Arbusto	7.034	17,7%
Bejuco	2.884	7,2%
Palma	1.569	3,9%
Sufrútice	22	0,3%
Total	39.793	100,0%

La baja representatividad de sufrútices en la colección está relacionada con la baja frecuencia de ocurrencia del hábito en la naturaleza, pocas especies con esta forma de crecimiento, área biogeográfica de distribución natural relativamente pequeña, y falta de claridad en los conceptos morfológicos para definir este hábito por parte de los colectores.

Inflorescencia
de palma de
sotobosque



Geográficos

El piedemonte de la cordillera oriental registra menor cantidad de ejemplares en el Herbario COAH, pues esta colección botánica se ha especializado en los bosques tropicales amazónicos, concebidos por debajo de los 1.000 msnm. Muchas de las colecciones de esa región, corresponden a estudios históricos efectuados antes de la primera mitad del siglo XX siguiendo los cauces de los principales ríos, quedando amplias zonas de los interfluvios poco documentadas (figura 27). Los esfuerzos de colectas, deberán de igual forma, estar orientados hacia estas regiones de difícil acceso.

Síntesis

La información biológica, aunque muestra lo que hasta el momento se conoce de la flora de la región amazónica, no refleja la cantidad de estudios desarrollados en estos tres departamentos, pues adicional a las investigaciones que han implicado la colecta de registros botánicos, se han llevado a cabo muchos otros estudios en flora y vegetación, cuyos objetivos o metodología no incluyeron la toma de muestras botánicas.

Es indispensable contar con la sistematización, articulación y unificación de bases taxonómicas y de determinaciones entre herbarios con injerencia en la región, de modo que existan bases comunes de comparación de colecciones e intercambio de información. De esta forma, se pueden establecer y definir, entre otros, grupos prioritarios para avanzar en tratamientos taxonómicos, ya sea porque se trate de grupos con complejidades, porque hayan sido poco estudiados o porque representen gran importancia para la región y sus habitantes.

Las colecciones botánicas deben encaminarse hacia la superación de los vacíos taxonómicos y geográficos, abarcando además la representatividad de los ecosistemas de la región. La investigación debe estar articulada al conocimiento local, para procurar la identificación de especies promisorias con potencial de aprovechamiento y tradición de uso. Además, el conocimiento acumulado por los habitantes de la región, permite abordar en forma más efectiva aspectos fenológicos y de dinámica, que pocas veces se alcanzan a observar o percibir en estudios de poca cobertura temporal.

De igual forma, se recomienda realizar planes de establecimiento para determinar las mejores y más adecuadas condiciones de reproducción y viabilidad de las especies, establecer técnicas de manejo silvicultural que incluyan enriquecimiento de las áreas de distribución natural de las especies, así como el refinamiento forestal de las especies aplicando modelos de retención variable, creando mejores condiciones de viabilidad a los individuos de las especies identificados. Es necesario enfocar mayores esfuerzos de colectas y estudios de especies no arbóreas, incluyendo especies no maderables, las cuales representan aspectos importantes de la cultura y el uso del recurso. Estas acciones se verán reflejadas en el mejor entendimiento de la flora, que permitirán identificar necesidades y medidas de conservación, y pautas para el manejo y aprovechamiento sostenible.

2.5 Fauna

2.5.1 Mamíferos terrestres del sur de la Amazonia colombiana

Olga L. Montenegro

Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia

Colombia alberga una de las faunas de mamíferos más diversas del mundo, situándose en el cuarto lugar después de Brasil, Indonesia y México (Alberico *et al.* 2000). El conocimiento de esta fauna se inició con las expediciones de investigadores extranjeros a finales de 1800, luego de lo cual fueron publicadas por Allen (1900, 1904, 1916) las primeras listas de especies, constituyéndose éstas en los primeros estudios mastozoológicos significativos en el país (Alberico y Rojas-Díaz 2002). Otros investigadores han contribuido desde entonces al conocimiento de los mamíferos colombianos. Notables contribuciones provienen de Hershkovitz (1950, 1954, 1960, 1971, 1977, 1983, entre otros). Sin embargo, la mayoría de estas contribuciones se concentraron en la parte norte del país y poco sobre la región amazónica, la cual solo era abordada indirectamente en la revisión general de las distribuciones de las especies.

Listas más completas de las especies de mamíferos en Colombia fueron publicadas por Cuervo *et al.* (1986), Rodríguez-Mahecha *et al.* (1995) y Alberico *et al.* (2000). El número de especies registradas por los autores ha ido en aumento de 442, 465 hasta 471 especies, respectivamente. De éstas, el número de especies en la región amazónica ha representado entre el 30-40% de las especies en el país. Además de los listados taxonómicos, el estudio de los mamíferos amazónicos ha avanzado lentamente, y aun es mucho lo que se desconoce.

Esta revisión se enfocó principalmente en los mamíferos terrestres, y aunque los acuáticos recibieron un tratamiento separado (Trujillo *et al.*, en esta publicación), eventualmente se incluyen en los conteos totales de especies para dar la información completa. La delimitación geográfica de la revisión se centró en las cuencas de los ríos Caquetá, Putumayo y Amazonas. Dentro de cada cuenca, se revisó por las siguientes subcuencas: Caguán, Orteguzza, alto, medio y bajo Caquetá, Mirití-Paraná y bajo Apaporis (cuenca de Caquetá), alto, medio y bajo Putumayo (en el lado colombiano del río Putumayo) y subcuenca del Marañón, en el lado colombiano del río Amazonas.

La revisión incluyó tanto información sobre riqueza y composición de especies, como trabajos de investigación directa o indirectamente enfocados al conocimiento de los mamíferos. Se consideraron aspectos de ecología, comportamiento y uso. La información recopilada se organizó y analizó en términos del tipo de publicación, temas abordados, áreas temáticas, enfoque y alcance de los estudios y accesibilidad a los resultados.

Número de investigaciones y grupos estudiados

Se encontraron 169 referencias de diversos trabajos que involucran, directa o indirectamente, mamíferos en la Amazonia colombiana. De estas referencias se tuvo acceso a 80 trabajos, que fueron revisados y evaluados para el presente diagnóstico.

Examinando el número de estudios por décadas se aprecia un incremento significativo en las investigaciones, particularmente desde mediados de la década de 1980. Este incremento se debe principalmente al mayor número de publicaciones en primates (82%) realizadas por Defler (entre 1980 y 2003) y Palacios y Rodríguez (1995 – 2006), en la estación biológica Caparú en el bajo río Apaporis. Otros grupos que han recibido atención son los quirópteros (Montenegro y Romero 1999, Ruiz 2001, Castillo-Ayala 2002, entre otros) y algunos carnívoros (Duran 1999), y ocasionalmente roedores y ungulados como la danta (Acosta *et al.* 1994). Los demás órdenes de mamíferos en la región han sido abordados únicamente en términos de listas de especies, sin profundizar en otros aspectos. La figura 28 muestra el número de estudios realizados en esta temática entre 1975 y 2006. Por su parte la figura 29, presenta la distribución en porcentajes de los grupos de mamíferos terrestres que han sido estudiados en la región.

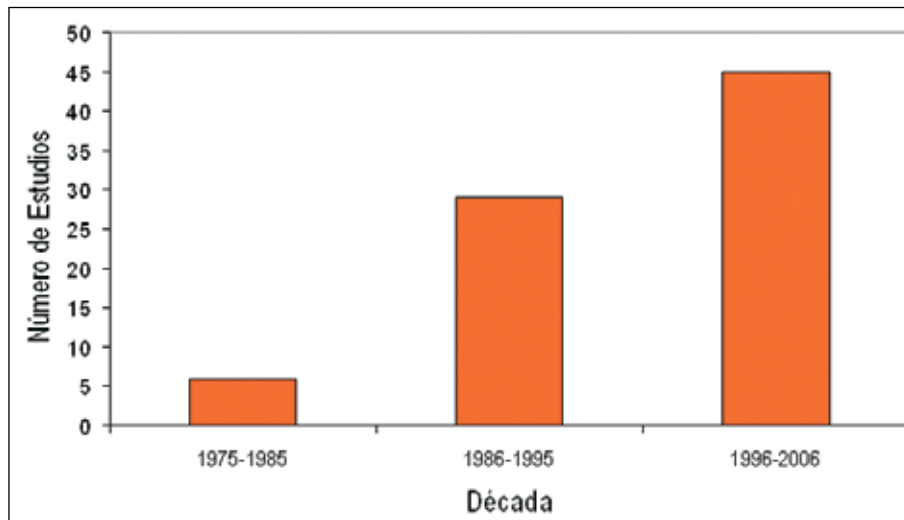
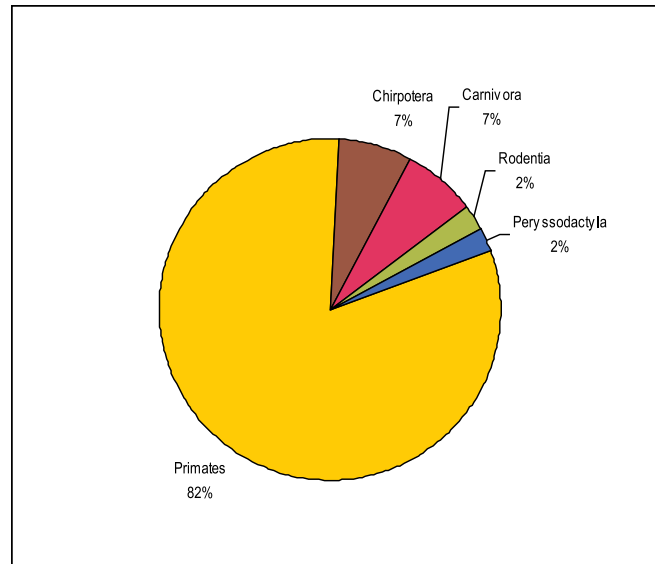


Figura 28.
Número de estudios en mamíferos amazónicos en el periodo 1975-2006

Con excepción de las publicaciones de Defler y otros pocos investigadores, muchos de los trabajos revisados corresponden a tesis, tanto de pregrado como de posgrado. La mayoría de ellas no han sido publicadas y su acceso es muy limitado, de modo que ésta información es vagamente conocida en el país y prácticamente desconocida en el resto del mundo. La distribución de muchas especies aparece con signos de interrogación dentro del territorio colombiano, a pesar de que existen trabajos de tesis que han generado información al respecto.

Figura 29.
Distribución
porcentual de
los grupos de
mamíferos más
estudiados
en el sur de
la Amazonia
colombiana



Enfoques de los estudios

La mayoría de los estudios revisados se han enfocado a la ecología y comportamiento, principalmente de primates, con énfasis en ecología alimentaria y uso del hábitat, con pocos estudios de densidad.

En segundo lugar, se han realizado trabajos sobre cacería de especies silvestres, donde los mamíferos representan uno de los grupos más importantes (Campos 1987, de la Hoz 1998, Sarmiento 1998, Bedoya 1999, Castellanos 2000, Zambrano 2001, Yepes 2002). En muchos casos, estas investigaciones son las únicas fuentes de información sobre grandes mamíferos, particularmente felinos y ungulados como dantas, pecaríes y venados. Tales estudios son importantes para entender el uso que las comunidades humanas dan a estas especies, y eventualmente estimar el efecto de su uso. Sin embargo, la mayoría sólo se han enfocado a la cuantificación del número de animales extraídos durante cortos periodos de tiempo (desde un par de meses hasta 1 año), con excepción del monitoreo de la caza adelantado por la Fundación Tropenbos (2003), donde miembros de las comunidades indígenas mantienen registros permanentes por varios años.

Otros temas de investigación incluyen la conservación (tema que se restringe usualmente a la identificación de las categorías de amenaza de las especies, distribución, zoonimia común e indígena (Townsend *et al.* 1984, Rodríguez-Mahecha *et al.* 1995), algunos inventarios (Polanco *et al.* 1999, Mesa 2002, Calderón *et al.* 2002) y ocasionalmente estudios de individuos en cautiverio (Aguilar y Cruz 2005, González *et al.* 1997) (figura 30).

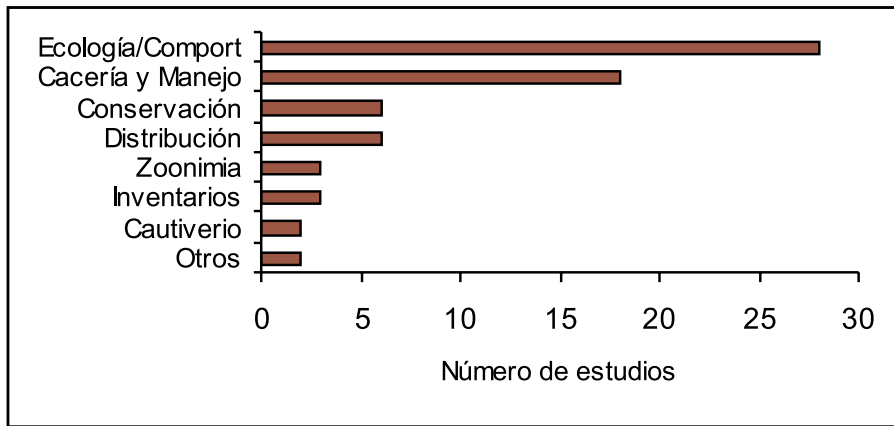


Figura 30. Principales temáticas abordadas en los estudios de mamíferos en la Amazonia colombiana

Estudios por cuencas

La cuenca más representada en los estudios revisados es la del río Caquetá, principalmente la subcuenca del río Apaporis, debido a que la mayoría de las investigaciones se han realizado en la Estación Caparú, en la parte baja de este río. Muy poca información se encontró para las subcuencas de los ríos Ortegaza y Caguán en la cuenca del Caquetá. La siguiente cuenca mejor representada es la del río Amazonas, aunque la información está restringida a localidades en alrededores de Leticia, el Parque Nacional Natural Amacayacu y comunidades aledañas. Geográficamente la cuenca menos estudiada corresponde a la del río Putumayo, en donde se encontró solo un inventario en el Parque Nacional Natural La Paya (Polanco *et al.* 1999) y observaciones puntuales en los ríos Putumayo, e Igaraparaná (Montenegro 1992). La figura 31 muestra el número de estudios realizados según las cuencas anteriormente mencionadas.



Puma concolor

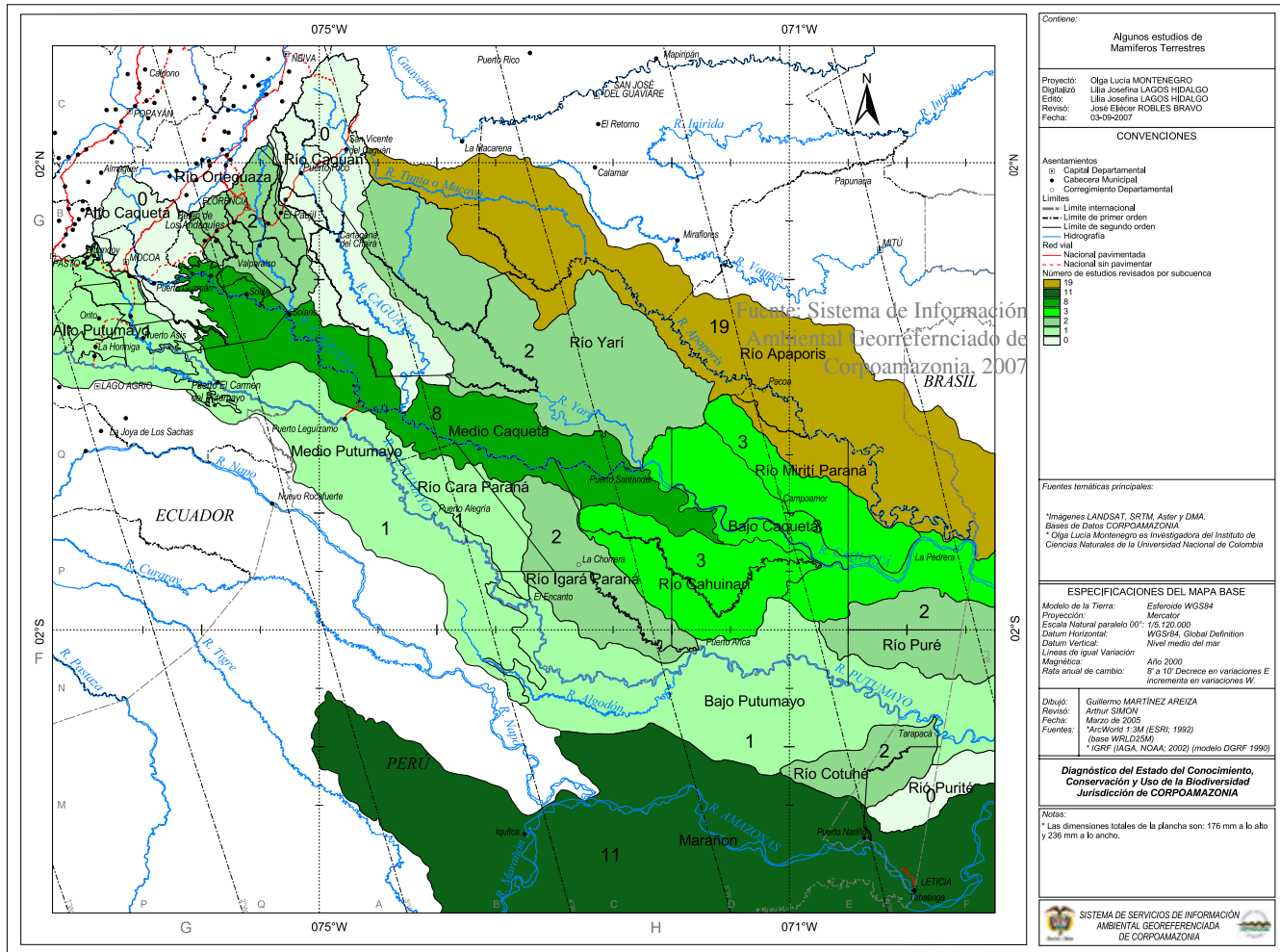


Figura 31. Número de estudios de mamíferos terrestres revisados por subsecuencia

Fuente: Sistema de Información Ambiental Georreferenciado de Corpoamazonia, 2007

Riqueza y composición de especies

En Colombia se han registrado 15 órdenes de mamíferos, 13 con representantes en el sur de la Amazonia colombiana, agrupados en 32 familias, 118 géneros y 195 especies. Adicionalmente, existen otras siete especies de presencia probable, dada su distribución geográfica en los países amazónicos vecinos. El número de especies de presencia confirmada en el sur de la Amazonia colombiana representa un poco más del 44% de todas las especies reportadas para el país. El grupo de mamíferos más rico en especies en esta región son los quirópteros, con 103 especies de las 169 reportadas para el país. Le sigue el orden de los roedores, con 27 de 118 especies que habitan en Colombia (tabla 33). Este patrón de riqueza de especies es característico de los bosques húmedos la región Neotropical (Voss y Emmons 1996).

Orden	Familias		Géneros		Especies		Especies probables	
	Amz ¹	Col ²	Amz ¹	Col ²	Amz ¹	Col ²	Amz ¹	Col ²
Didelphimorphia	1	1	12	13	15	29	1	5
Paucituberculata	0	1	0	1	0	2		
Phyllophaga	2	2	2	2	3	3		1
Cingulata	1	1	3	3	4	6		
Vermilingua	1	1	3	3	3	4		
Insectivora	0	1	0	1	0	4		1
Chiroptera	7	9	48	64	103	169	3	9
Primates	2	2	12	12	16	27	1	2
Carnivora	4	7	14	27	15	32	1	1
Cetacea	2	5	2	19	2	26		1
Sirenia	1	1	1	1	1	2		
Perissodactyla	1	1	1	1	1	3		
Artiodactyla	2	2	3	5	4	7		
Rodentia	7	11	16	47	27	118	1	17
Lagomorpha	1	1	1	1	1	2		
Total	32	46	118	200	195	434	7	37

¹ Número para el sur de la Amazonia colombiana

² Números según Alberico *et al.* 2000 y Alberico y Rojas-Díaz 2002

Se encontró que 114 especies han sido registradas en localidades de la cuenca del río Caquetá, 91 en la cuenca del río Putumayo y 80 en la cuenca del río Amazonas, números que no reflejan diferencias en la riqueza de especies entre estas cuencas, sino diferencias en esfuerzos de muestreo y un efecto del área de las cuencas representado en Colombia; los datos para la cuenca del río Amazonas se restringen a Leticia y áreas cercanas, incluyendo el Parque Nacional Natural Amacayacu. Esta cuenca es bastante grande, pues incluye áreas de la Amazonia peruana y brasilera, y su riqueza de especies es mayor a la que presentada por los datos recopilados de esta revisión. Lo mismo ocurre con el número de especies de la cuenca del río Putumayo, en el área peruana de esta cuenca, particularmente en el río Yaguas, se estima una población de al menos 119 especies de mamíferos (Montenegro y Escobedo 2004).

Endemismos

Aunque Alberico y Rojas-Díaz (2000) afirman que no hay ninguna especie endémica de la Amazonia colombiana, *Lonchorhina marinkellei*, un murciélago de la familia Phyllostomidae, sólo se conocía de la localidad tipo en el departamento de Vaupés (Hernández-Camacho y Cadena 1978), hasta que volvió a ser registrada hace algunos años en el sur de la Serranía de Chiribiquete, en Caquetá (Montenegro y Romero 1999). Las dos localidades se encuentran en afloramientos del Escudo Guayanés. Aunque la situación podría ser consecuencia de la falta de muestreos en otras localidades, esta especie no se ha encontrado en ninguno de los otros inventarios de murciélagos en la región.

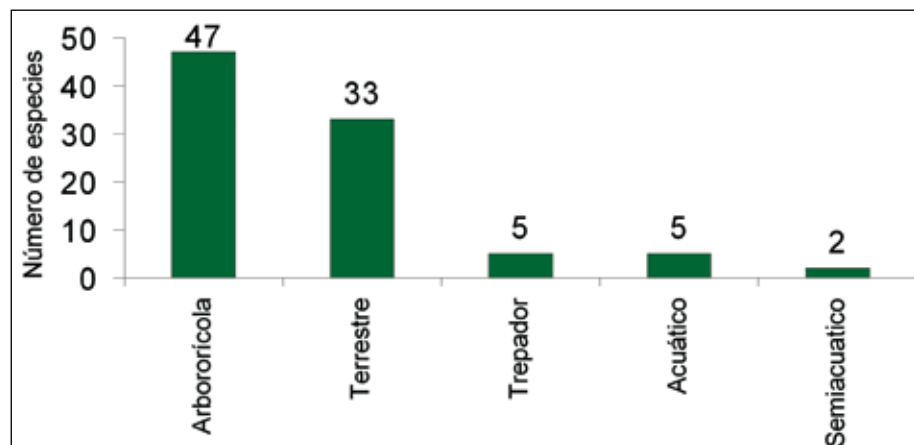
Tabla 33.
Órdenes y número de familias, géneros y especies de mamíferos en Colombia y en el sur de la Amazonia colombiana

Estructura de la comunidad de mamíferos

Para examinar de forma general la estructura de las comunidades de mamíferos en la región, se examinaron las especies encontradas de acuerdo con sus hábitos y gremios tróficos. Excluyendo las 103 especies de murciélagos, los mamíferos restantes son principalmente arborícolas (47 especies) o terrestres (33 especies) (figura 32).

Unas pocas especies usan tanto los árboles como el suelo y se consideran trepadoras (cinco especies, principalmente algunos roedores y marsupiales) y otras pocas son acuáticas (cinco) o semiacuáticas (dos). Un patrón donde la mayor riqueza y biomasa está representada por las especies arborícolas, es una característica sugerida para bosques húmedos tropicales (Eisenberg y Thorington 1973) y resalta la importancia de la estructura de los bosques para entender las características ecológicas de estas comunidades. Otra porción de la biomasa está en las especies terrestres, particularmente los ungulados.

Figura 32.
Hábitos de los mamíferos del sur de la Amazonia colombiana, excluyendo murciélagos



Los gremios tróficos predominantes son los frugívoros e insectívoros (figura 33). La mayoría de los mamíferos corresponden a animales de tamaño pequeño (murciélagos, roedores, marsupiales), algunos tamaños intermedios (primates grandes, perezosos, algunos carnívoros, etc.) y relativamente pocos animales grandes (ungulados y felinos grandes) (anexo 6). En general, en las comunidades de mamíferos amazónicos predominan pequeños mamíferos voladores o arborícolas de alimentación frugívora o insectívora.

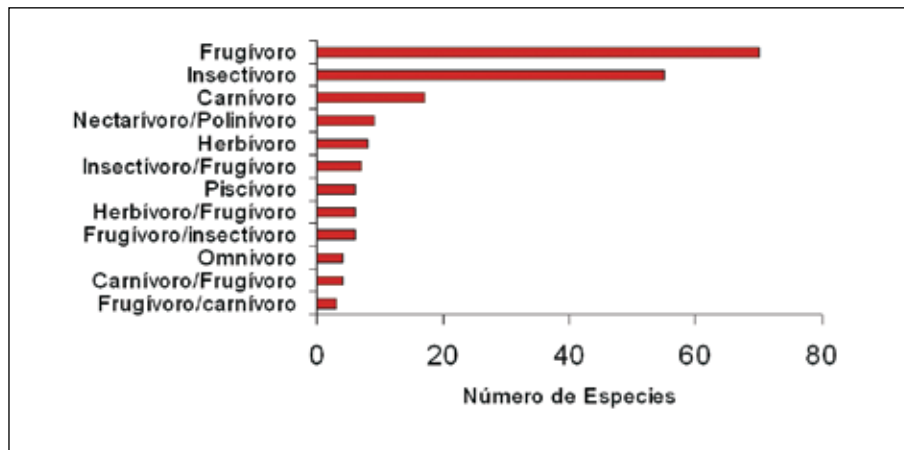


Figura 33.
Gremios tróficos de los mamíferos en el sur de la Amazonia colombiana

Prioridades de investigación y estrategias

Como resultado del diagnóstico del estado del conocimiento de los mamíferos en el sur de la Amazonia colombiana, se plantean los siguientes temas y grupos prioritarios en futuros esfuerzos de investigación:

- Taxonomía y sistemática (roedores principalmente)
- Distribución (verificación de especies probables por su distribución general)
- Ecología (particularmente en ungulados y primates pequeños. Temas a profundizar: densidad, relaciones interespecíficas)
- Conservación
- Sostenibilidad de la caza (cambios en estructura de edad, cambios en captura por unidad de esfuerzo, productividad reproductiva).

Además, se propone que como estrategia para lograr el avance en el conocimiento de los mamíferos amazónicos se lleven a cabo las siguientes acciones:

- Promover proyectos institucionales a largo plazo con líneas de investigación específicas en la Amazonia
- Vincular y orientar a más estudiantes en tesis de pre y posgrado que den continuidad a estudios
- Asegurar la publicación y difusión de resultados de varias formas, incluyendo no solo publicaciones científicas de amplia difusión, sino además materiales para las poblaciones locales y las instituciones de la región
- Fortalecer la cooperación interinstitucional entre todas las entidades que trabajan en la región.

2.5.2 Mamíferos acuáticos en la Amazonia

Fernando Trujillo, María Claudia Diazgranados,
Catalina Gómez y Marcela Portocarrero
Fundación Omacha

Se calcula que Colombia posee el 10% de la fauna de mamíferos, ocupando el cuarto país más rico en estas especies. Los estudios en mamíferos se han concentrado principalmente en hacer inventarios de especies, para el establecimiento tanto de la diversidad alfa como beta de los diferentes ecosistemas. En los últimos años esta información se está empleando para implementar planes de manejo y conservación de algunos ecosistemas altamente degradados y a la vez, se está contribuyendo en la conservación de los mamíferos mayores que se encuentran en alto riesgo de extinción (Muñoz *et al.* 2006).

Los estudios con mamíferos en ambientes acuáticos han sido limitados en nuestro país, y la mayoría de las veces, localizados en áreas geográficas específicas. A continuación se presenta una síntesis de los trabajos adelantados en los delfines de río (*Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis*), manatíes (*Trichechus inunguis*) y nutrias (*Pteronura brasiliensis* y *Lontra longicaudis*) en cuanto a la biología, las amenazas y estrategias de conservación de estas especies.

Delfín
(*Sotalia fluviatilis*)



Delfines de río

En el caso de los delfines de río, *Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis*, existe una historia de 20 años de trabajo principalmente en el trapecio amazónico, el río Caquetá y de manera puntual, en el Putumayo e Inírida. En el primer caso el programa de investigación se inició a finales de la década de 1980, con observaciones de distribución, comportamiento y algunos análisis de parámetros fisiológicos con animales en cautiverio (Vidal y Prieto 1986, Reynolds *et al.* 1986, Obregón *et al.* 1988, Trujillo 1990). En la década de 1990, el estudio de delfines de río fue consolidado por el grupo de

investigación de la Fundación Omacha en el área de Puerto Nariño, Amazonas, con estudios de uso de hábitat, abundancia, comportamiento, interacciones con pesquerías y descripciones etnográficas (Trujillo 1992, 1994, 1995, Kendall y Trujillo 1992, Trujillo y Beltrán 1995a, Hurtado 1996, Ojeda 1997, Kendall 1999). Estas evaluaciones aportaron información valiosa, acerca del uso diferencial del hábitat asociado a los pulsos de inundación.

Para estimar la abundancia de delfines, se han realizado conteos a lo largo del río Amazonas en 1993 (Vidal *et al.* 1997), 2001 y 2003, encontrando densidades altas de ambas especies en sistemas de lagos y confluencias (26 individuos/km² en el caso de *Sotalia* y 12 ind/km² para *Inia*). Las menores densidades se reportan para el río principal.

Igualmente se confirmó que existen áreas importantes para la conservación, como los sistemas de lagos, donde los delfines y muchas especies de peces pasan sus primeros meses de vida, además de los caimanes negros y las tortugas que utilizan estos hábitats para su reproducción. Recientemente, nuevas iniciativas de estudios han señalado áreas importantes de conservación para estas especies a nivel nacional, y han impulsado el uso de nuevos métodos de estudio como la bioacústica, la fotoidentificación y el desarrollo y adaptación de otras técnicas para la estimación de abundancia de delfines, a través de marca-recaptura (con registros fotográficos) y combinaciones de transectos lineales y en banda (Diazgranados y Trujillo 2004, Gómez 2004, Trujillo *et al.* 2004).

En la identificación de conflictos de la fauna acuática, se evidencia que la mortalidad de delfines es generada en mayor proporción por redes de monofilamento, que involucran especialmente individuos de delfines crías y juveniles. Se señala como un punto álgido en la conservación de estas especies la degradación del hábitat así como las capturas dirigidas y los procesos de fragmentación, tal y como lo han sugerido Reeves y Leatherwood (1994).

En Colombia, en los últimos cinco años, las interacciones negativas con pesquerías se han convertido en el factor más preocupante. Por un lado, existe una percepción negativa de los pescadores hacia los delfines, considerándolos como un competidor en la pesca, especialmente cuando utilizan redes de deriva enfocadas a capturar grandes bagres. Los pescadores afirman que tienen importantes pérdidas económicas debido a la acción de los delfines, que remueven los peces de las redes. Sin embargo, estudios recientes muestran que el nivel de incidencia es relativamente pequeño (por debajo del 10%) y generalmente asociado a ciertas estaciones climáticas (González 2001, Trujillo 2003). El análisis de la información colectada muestra una tendencia de las pesquerías al colapso debido a una sobrepesca, por lo que se hace urgente llegar a acuerdos de ordenamiento pesquero a nivel regional.

Manatíes

Manatí
(*Trichechus
inunguis*)



La investigación sobre el manatí en Colombia, se remite a estudios dispersos que presentan indicios generales sobre el estado de las poblaciones naturales de las especies, así como de aquellas que se encuentran en condiciones de cautiverio y semicautiverio.

Los grupos de manatíes presentan cambios estacionales en el uso del hábitat, influidos por el nivel de las aguas. En verano generalmente están en los ríos principales, asociados a remansos e islas donde pueden obtener recursos alimenticios como algunas macrófitas y perifiton adherido a troncos sumergidos. En invierno, la proliferación de macrófitas (esenciales para su dieta) les permite estar presentes en lagunas y pozos. Esta variación del uso del hábitat ha sido corroborada por observaciones directas y por monitoreo de áreas de alimentación, especialmente asociadas al gramalote espinoso (*Echinochloa polystachya*) donde es relativamente sencillo evaluar huellas de alimentación (herbivoría) por parte de los manatíes.

Durante los períodos de transición estos animales son más vulnerables a la cacería, ya que se mueven entre lagos, tributarios y ríos principales. Esta especie ha sido blanco de capturas en la región amazónica por más de cuatro siglos, ocasionando importantes disminuciones a sus poblaciones.

Nutrias

En Colombia se han registrado dos de las 13 especies de nutrias reconocidas a nivel global: la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*) y la nutria neotropical (*Lontra longicaudis*). La nutria gigante posee una distribución amplia en la Orinoquia y Amazonia en ríos principales como el Orinoco, Casanare, Inírida, Putumayo, Caquetá y en muchos de sus tributarios (Trujillo *et al.* 2005).

En la región sur de la Amazonia, se ha colectado información sobre presencia y dieta de la nutria gigante en la parte media del río Caquetá desde Araracuara hasta el Apaporis (Beltrán *et al.* 1994). Posteriormente, se realizaron trabajos sobre la ecología de esta especie en los ríos Meta y Apaporis, con anotaciones sobre su historia natural, incluyendo dieta, estructura grupal y uso de hábitat (Martínez 1998, Botello 2000). Más recientemente, las fundaciones Omacha y Tropenbos han consolidado un programa de investigación sobre esta especie con investigadores locales en el área de influencia de Araracuara (Comunidad de Peña Roja) y el Mirití-Paraná, donde se ha evaluado la abundancia, dieta, movimientos estacionales y la importancia cultural de esta especie para las comunidades indígenas (Matapi *et al.* 2005).

En general, se observa que las poblaciones de la nutria gigante se han recuperando numéricamente en algunos ríos como el Caquetá y el Putumayo. Este aumento numérico está generando que algunas comunidades de pescadores consideren a esta especie como un competidor serio en las pesquerías y hagan propuestas a las autoridades ambientales



Nutria juvenil
(*Lontra
longicaudis*)

para su reducción. Antecedentes de esto ya existen en Puerto Inírida, Mirití-Paraná y la Selva de Matavén. Este es otro ejemplo más de la urgente necesidad de hacer procesos de ordenación pesquera para medir adecuadamente el impacto de las pesquerías y de los predadores acuáticos en el recurso pesquero. A pesar de los avances que se han hecho, existen grandes vacíos de información en muchas cuencas hidrográficas, y es urgente documentar de una manera más detallada los conflictos que se presentan con comunidades locales, especialmente de pescadores, a través de análisis sistemáticos de dieta.

Con la nutria neotropical, los estudios han sido más esporádicos debido al carácter tímido y esquivo de la especie. En el área de de Puerto Nariño, Amazonas, se hizo un levantamiento de información preliminar sobre la presencia y uso de hábitat de esta especie a lo largo de un ciclo anual (Coello y Trujillo 2004). Estos estudios han aportado información sobre distribución, historia natural (dieta, estructura grupal, movimientos) y estado de conservación de esta especie. Hoy en día, la principal amenaza para *L. longicaudis* en Colombia, es la alteración de hábitats, debido a la destrucción de la vegetación ribereña y a la modificación de los cauces. La contaminación de los cuerpos de agua es otro factor que probablemente está afectando las poblaciones de la especie en el territorio colombiano (Trujillo y Arcila 2005). Sin embargo, no se han realizado estudios que permitan verificar dicha hipótesis. La escasez de información y la acelerada tasa de destrucción y contaminación de las aguas, indican que es necesario adelantar más investigaciones evaluando la distribución y el estado actual de las poblaciones de *L. longicaudis*. Uno de los aspectos más urgentes para investigar es su evaluación genética para ver si existen subespecies u otras unidades de manejo, que deban ser tenidas en cuenta para priorizar los esfuerzos de conservación.

Síntesis

Un aspecto fundamental para la continuación de trabajos en estos grupos es la evaluación del impacto de las pesquerías y de los predadores acuáticos en el recurso pesquero con el fin de establecer un programa de ordenación pesquera que incorpore el aprovechamiento y la protección no solo de las especies de mamíferos acuáticos sino la del recurso pesquero en general.

Los acuerdos de ordenamiento pesquero son fundamentales tanto a nivel local como regional, nacional e internacional, porque muchos de los conflictos de uso han trascendido fronteras tanto en Venezuela como en Perú y Brasil para el caso de la Amazonia colombiana.

Para el caso de los manatíes y las nutrias es importante consolidar programas de investigación tendientes a establecer la biología de la especies, estudios genéticos de caracterización de estas, ecología y uso con el fin de tener mejores herramientas para su protección.

Las presiones que amenazan estas especies son la reducción poblacional, destrucción habitat (uso, transformación y contaminación), inadecuados sistemas de desarrollo y agropecuarios, presión antrópica por extracción y por pobreza.

La vinculación de las comunidades locales es fundamental para la implementación de los programas a largo plazo; la sensibilización y vinculación de los investigadores locales aumenta el impacto de las acciones de conservación de las especies.

2.5.3 Reptiles

Fernando Castro

Facultad de Ciencias Naturales y Exactas
Universidad del Valle

Las regiones tropicales del planeta son áreas importantes para la gran mayoría de reptiles. Áreas comparativas de Asia con zonas tropicales, pueden tener una diversidad más alta de reptiles que en la Amazonia. Sin embargo, más de 100 especies de reptiles en coexistencia pueden encontrarse en varias zonas de la Amazonia, así como otras especies nuevas que se describen regularmente. Colombia cuenta con un registro de algo más de 510 especies de reptiles. Dentro de los reptiles amazónicos las serpientes y los saurios están mejor representados, así como las tortugas, que constituyen una fracción importante de las tortugas del mundo.

A pesar de la excepcional diversidad de la región, varias especies amazónicas se conocen de manera precaria debido al hallazgo de pocos individuos observados o colectados; esto no es indicativo de rareza, sino de la falta de exploración a nivel herpetológico. Puede haber especies secretivas o criptozoicas (formas que están muy escondidas entre la hojarasca del suelo y que por su tamaño reducido, pasan inadvertidas), arboreales y fosoriales que no han sido totalmente documentadas.

Los reptiles en la Amazonia son organismos activos a lo largo del ciclo anual. Se encuentran en diferentes hábitats que comprenden pequeños matorrales, bóvedas del frondoso bosque, áreas urbanas, grandes ríos y madrigueras en el suelo. La mayoría son carnívoros, algunos de los cuales pueden encontrarse entre los más grandes de los depredadores, debido a que alcanzan grandes tamaños, como el caimán negro (*Caiman niger*) de 6 m y las anacondas de 8 m de longitud. Otros lagartos, como la iguana verde y las tortugas, son sobre todo herbívoros, lo que los constituye en importantes elementos del ensamble natural que mantiene el equilibrio en el ambiente.

En general, hay muy pocos estudios que presenten información relevante sobre los reptiles y su geografía. No se conoce tampoco un punto geográfico dentro del área de referencia en los departamentos de Amazonas, Putumayo y Caquetá, donde se haya analizado la ecología de comunidades o la riqueza faunística. Los estudios realizados constituyen en su mayoría inventarios rápidos y dispersos, listas de colecciones o trabajos que sólo aportan información sobre especies de interés económico.

La investigación que ofrece un aporte más amplio ha sido la de Federico Medem (1981, 1983), sobre los crocodylia de Colombia, donde incluye datos de una amplia región de la Amazonia. Dunn (1944 y 1945) y Medem (1968) lograron resumir el estado de conocimiento de la fauna de reptiles y anfibios de Colombia, que hasta entonces era conocida en Europa y Norte América de manera fraccionada. Uno de sus principales aportes lo constituye una lista de especies actualizada y comentada que incluye información para varios sectores de la Amazonia. Tres trabajos más hacen referencia a la diversidad de especies de reptiles en la Amazonia colombiana. El primero fue un estudio de tortugas realizado en Venezuela, algunas de las cuales están en la Amazonia colombiana (Pritchard y Trebbau 1984); el segundo fue un estudio de saurios, hecho en Brasil, que aporta información sobre algunas especies que tienen distribución en Colombia (Ávila-Pires 1995); el tercero corresponde al Ecuador y fue un estudio de herpetofauna de la región amazónica (Duellman *et al* 1978).

Otros trabajos de mayor amplitud en reptiles son los de Campbell y Lamar (1989, 2004). Adicionalmente, un tratado de serpientes venenosas y no venenosas de estos autores, así como el de Roze (1996) con su revisión de las serpientes corales, también aportan información valiosa para la Amazonia. Por último las investigaciones del médico Juan Silva (1994, 2004) contribuye al conocimiento de nuevas especies y a la comprensión del estado de las serpientes corales de la Amazonia.

Se han realizado colecciones en diferentes sitios de los departamentos de Amazonas, Caquetá y Putumayo, y si bien las mejores colecciones se encuentran en el ICN y el Instituto Humboldt, hay muestras incipientes en otras colecciones nacionales y una amplia muestra dispersa en colecciones del exterior. Adicionalmente al censo de colecciones en museos extranjeros, sería indicado censar con más exactitud los materiales dispersos o consignados en sectores bibliográficos grises, o informes institucionales de uso limitado.

Registros históricos *Crocodylia*

Desde 1944 y 1945 se discutía la taxonomía de los cocodrilos colombianos. Dunn (1944, 1945), por ejemplo, en sus estudios de los géneros de anfibios y reptiles hizo entrega del IV capítulo dedicado especialmente a las tortugas y a los cocodrilos, conservando la nomenclatura de *Caiman*, *Paleosuchus*, y *Melanosuchus*. Esta publicación indicaba que la distribución de estos cocodrilos se daba principalmente en la Amazonia colombiana. No obstante, Medem puede considerarse como el naturalista más productivo en cuanto a la colecta de información y estudio de los crocodylios en Colombia. Su obra se extiende desde 1952 hasta 1981, aportando valiosa información sobre la distribución, historia natural y conservación de la herpetofauna amazónica.

Lehmann (1967) y más tarde Lemke (1978) señalaron la explotación desmedida de los crocodylia colombianos, para el comercio de mascotas y pieles destinadas a la elaboración de artículos para el hombre. El esfuerzo de estos autores, sumado a la ardua

labor desarrollada por Medem en su obra, ha dado como resultado que las especies que antes estuvieron amenazadas por la presión comercial, hoy tengan algunos espacios que permitan su reestablecimiento. Infortunadamente, desde la realización de los trabajos de Medem, los datos aportados para el conocimiento del estado de las poblaciones de los cocodrilos de la Amazonia son escasos o irrelevantes. Observaciones directas de campo, indican que hay poblaciones de especies como *Caiman niger*, en condiciones saludables en varios tributarios del río Caquetá.

Registros históricos *Chelonia*

Las tortugas acuáticas y terrestres de Putumayo, Caquetá y Amazonia, han recibido un tratamiento poco integral, que no ha permitido, hasta el momento, determinar pautas de comprensión de sus grupos y estados poblacionales para la realización de análisis ecológicos o de conservación. Además, muchos de los escritos son difíciles de ubicar en bases de datos o corresponden a literatura gris, lo cual los hace documentos inaccesibles.

Dentro de los estudios existentes, Dunn (1944, 1945) hace alusión a la distribución de varias especies para las regiones de la Amazonia sur. Por su parte, Medem (1968) hace un recuento de especies que taxonómicamente se establecían en denominaciones que hoy han cambiado, pero que son la base de información para la región, especialmente para las especies de la familia Chelidae (Medem 1958, 1960a, 1960b, 1960c, 1962a, 1962b, 1966, 1969, 1973). Así mismo, Castaño y Mora (1981) estudian aspectos de la reproducción *ex situ* de *Geochelone*.

A pesar de la información recolectada, no hay buena documentación sobre aspectos de la ecología, conservación y biología en las tortugas; existen varios informes técnicos de ong y Corporaciones Autónomas Regionales, muchas veces de difícil acceso (por ejemplo los trabajos de Hildebrand *et al.* 1997, Angarita 1997, Rueda 1999). Una excepción la constituye el texto de Pritchard y Trebbau (1984), tal vez el documento comprensivo más acertado en este grupo de la herpetofauna amazónica que, pese a haberse escrito para Venezuela, reseña información importante sobre los chelonios de Colombia, aportada por Federico Medem. Los documentos de este autor mencionados anteriormente pueden ser referenciados en la sección bibliográfica de la obra de las tortugas de Venezuela. Se resalta igualmente la información contenida en el Libro Rojo de los Reptiles de Colombia (Castaño 2002).

Registros históricos *Squamata*

Este grupo está menos documentado que los dos anteriores y los registros de las especies se encuentran aun más dispersos en la literatura. Los trabajos se concentran especialmente en la recolección de información genética, el procesamiento de tejidos para

adoptar sistemas de interpretación molecular y los ajustes filogenéticos de la sistemática de este grupo (Etheridge 1968, 1970, Presch 1974, Williams 1976, Kluge 1987, Frost y Etheridge 1989, Frost *et al.* 2001a, 2001b, Gallagher y Dixon 1992, Guyer y Savage 1992, Poe 2004). No se encontró hasta el momento una obra comprensiva publicada sobre estos dos grupos de reptiles (amfisbénidos y lagartos) o las serpientes. Sin embargo y como se mencionó anteriormente, hay trabajos relacionados con rangos geográficos más amplios que incluyen casos para la Amazonia en Colombia (Peters y Donoso-Barros 1970, Presch 1973, Duellman 1978, Campbell y Lamar 1989, Ávila-Pires 1995, Massary *et al.* 2000, Massary y Hoogmoed 2001, Campbell y Lamar 2004).

Listados de especies

A continuación se hace una relación de las especies con distribución registrada en diferentes trabajos y colecciones herpetológicas, conservando, en lo posible, la taxonomía más actualizada de cada grupo. Una fuente importante en el proceso de establecimiento de los lineamientos taxonómicos actuales fue la base de datos contenida en la página web del Laboratorio Europeo de Biología Molecular (www.embl-heidelberg.de/~uetz/LivingReptiles.html).

Caimanes

Los cocodrilos de la Amazonia sur en Colombia están representados tan sólo por el género *Caiman*, pues el género *Crocodylus* es típicamente de la cuenca del Orinoco, así como la especie *Crocodylus intermedius* que desde los trabajos de Medem (1981, 1983) sólo debe considerarse en la vecindad de los departamentos de Meta, Guaviare y Vichada, al norte de la Amazonia (tabla 34). Por el contrario *Caiman niger*, que anteriormente se incluía en el género *Melanosuchus*, es la especie más grande que vive en los cuerpos de aguas de las cuencas de los ríos Putumayo y Amazonas. En la última evaluación de campo realizada por Castellanos-Sánchez *et al.* (2005) en varias comunidades indígenas, se pudo establecer la presencia y conocimiento del caiman negro en las zonas de los ríos Atacuari, Cotuhé, y bajo Putumayo.

Caiman crocodylus, es una especie ampliamente distribuida en toda la red hídrica de las cuencas de los ríos Caquetá, Putumayo y Amazonas. Los otros caimanes de esta región, anteriormente considerados en el género *Paleosuchus*, son menos comunes en su distribución aunque hay sitios con abundancias locales, tanto para *C. palpebrosus* como *C. trigonatus*.

FAMILIA	ESPECIE	UBICACIÓN
Alligatoridae	<i>Caiman crocodylus</i>	Toda la compleja cuenca hidrográfica de la Amazonia sur en Colombia
	<i>Caiman niger</i>	Amazonas, Putumayo
	<i>Caiman palpebrosus</i>	Caquetá, Amazonas
	<i>Caiman trigonatus</i>	Caquetá, Amazonas, Putumayo

Tabla 34.
Especies de
cocodrilos
para el sur de
la Amazonia
colombiana

Las tortugas

Las tortugas, en los departamentos de Caquetá, Putumayo y Amazonas, comprenden cuatro familias con 13 especies registradas para el territorio de la Amazonia sur que constituyen cerca del 50% de la diversidad de tortugas que se puede reconocer en Colombia (tabla 35). Las tortugas como grupo, han sido objeto de cacería, siendo muchas de ellas incorporadas a la dieta como suplemento proteico y algunas otras destinadas al mercado de especies silvestres como mascotas o entretenimientos exóticos de coleccionistas.

Las especies más presionadas como alimento local, son la tortuga charapa, a la que se le ha dedicado mayor atención en estudios de conservación (Hildebrand *et al.* 1997, Martínez *et al.* 2004, Otero 1977, Orsini 1984, Osbahr 1983, Martínez *et al.* 1998), y la *Geochelone denticulata*, sobre la que no hay mucha literatura al respecto a pesar de ser muy perseguida. Las otras especies son muy conocidas pero con menos presión.

Familia	Especie	Ubicación
Pelomedusidae	<i>Podocnemis expanda</i>	Toda la compleja cuenca hidrográfica de la Amazonia sur en Colombia
	<i>Podocnemis sextuberculata</i>	
	<i>Podocnemis unifilis</i>	
	<i>Peltocephalus dumeriliana</i>	Amazonas; bajo río Caquetá y río Putumayo
Chelidae	<i>Chelus fimbriatus</i>	Putumayo, Caquetá y Amazonas
	<i>Phrynops geoffroanus</i>	Putumayo, Caquetá y Amazonas
	<i>Phrynops gibbus</i>	Putumayo, Caquetá y Amazonas
	<i>Phrynops nasutus</i>	Amazonas
	<i>Platemys platycephala</i>	Amazonas y Putumayo
	<i>Rhinemys rufipes</i>	Amazonas y Caquetá E
Kinosternidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>	Toda la compleja cuenca hidrográfica de la Amazonia sur en Colombia
Testudinidae	<i>Geochelone carbonaria</i>	Caquetá (en el Yarí)
	<i>Geochelone denticulada</i>	Caquetá, Putumayo, Amazonas

Tabla 35.
Lista de especies de tortugas para el sur de la Amazonia colombiana

Las serpientes

Es un grupo de reptiles muy diverso en el sur de la Amazonia de Colombia al igual que en otras partes del país. Ocupan todos los hábitats y microhábitats disponibles, desde aquellos que presentan condiciones fosoriales, pasando por criptozoicos hasta arboreales. Su distribución por grupos taxonómicos incluye siete familias y 126 especies distribuidas de la siguiente forma: Typhlopidae (dos especies), Leptotyphlopidae (cinco), Aniliidae (uno), Boidae (seis), Colubridae (90), Elapidae (12, Subfam. Micrurinae), Viperidae (10, Subfam. Crotalinae) (anexo 7).



Serpiente cazadora (Colubridae)

Muchas especies de este grupo se conocen por uno o muy pocos ejemplares colectados, por lo tanto, su distribución, historia natural y datos ecológicos son aún muy pobres, por lo que es muy probable que aún se encuentren especies sin registrar para la región.

Las serpientes pueden ser agrupadas de acuerdo con sus hábitos en el uso del substrato: arboreales, (que perchan con frecuencia en follaje de los árboles o en el dosel); arbustivas, (que perchan en follaje y ramas de arbustos); terrestres, (que permanentemente se desplazan sobre la superficie del suelo); criptozoicas, (que discurren entre la hojarasca y son poco perceptibles); y fosoriales, (que permanecen y se desplazan a través de galerías en el subsuelo). Este último grupo de reptiles es el más favorable para incluir nuevas especies pues hay grupos como los Typhlopidae y Leptotyphlopidae, serpientes cieguitas o fosoriales, que por su comportamiento esquivo o poco accesible a los investigadores, no han recibido un tratamiento taxonómico adecuado. Nuevas especies de serpientes del grupo de las *Atractus*, han sido descritas por el médico Juan Silva en años recientes y están bajo revisión para aceptar el establecimiento de su nomenclatura y factibilidad taxonómica.

Los saurios

La taxonomía de este grupo de reptiles se apoya en la información bibliográfica de Ávila-Pires (1995). Al igual que las serpientes, los saurios han colonizado un amplio rango de hábitats y microhábitats. Se registran para la región más de 60 especies, representantes de las 10 familias que existen en Colombia. Aunque la familia Anguidae presenta un aparente vacío en la región, Ávila-Pires (1995) registró la presencia de la familia con la especie *Diploglossus fasciatus*, desde Brasil hasta Centroamérica (anexo 8).

En este grupo de reptiles, también pueden haber nuevos nombres para formas aun desconocidas. En los polychrotidos, los *Anolis* y *Norops* son géneros con alta diversidad de especies, de los cuales hay ejemplares colectados aún sin describir. Algo similar ocurre con el grupo de los lagartos pequeños, los gymnophthalmidos, que incluyen formas criptozoicas, y un complejo de especies para Brasil.

Síntesis

De acuerdo con lo anterior, el número de especies de reptiles en el sur de la Amazonia colombiana, refleja la importante diversidad de la región con 192 especies reconocidas en la literatura (cuatro crocodileos, 13 tortugas, 112 serpientes, tres anfisbaenidos y 60 de saurios).

El análisis bibliográfico que sustenta el presente documento indicó que hay una amplia dispersión de la información que es fundamental reunir e integrar en una base de datos que permita establecer el estado de las poblaciones, para tomar medidas correctivas encaminadas al uso sostenible o el establecimiento de acciones de protección.

Tal vez una de las causas más impactantes en la pérdida de diversidad en este grupo, es el alto desconocimiento de la biología y patrones de relación con el medio ambiente de la mayor parte de las especies. Sólo hay aproximaciones al conocimiento taxonómico y no se encuentran referentes de rangos de distribución de cada una de las especies. Así mismo, existe un vacío importante en la información acerca del estado de las poblaciones que permita adelantar estudios de monitoreo y valorar su situación.

Se debe impulsar la investigación de equipos multidisciplinarios, que apliquen sus esfuerzos en recabar la información bajo estrategias de inventarios y monitoreos. De esta forma podrá tenerse un mejor control del proceso de información regional que garantice un conocimiento integral para el uso y la conservación. Se hace indispensable que las comunidades nativas, sean integradas a los procesos de investigación y conservación; esto implica crear escuelas de formación sobre el tema, que asuman estos procesos como suyos.

Estudio de caso

La tortuga charapa: del plan de manejo a su implementación¹

César Monje, Eliana Martínez, Nancy Vargas
Fundación Natura



Tortugas charapas
(*Podocnemis expansa*)

¹ Artículo elaborado con base en el informe final del convenio 030/04 entre Fundación Natura y Corpoamazonia "Propuesta para el diseño concertado de un plan de manejo de la tortuga charapa (*Podocnemis expansa*) para la amazonía colombiana" elaborado por Eliana Martínez, César Monje y Nancy Vargas de la Fundación Natura. Para mayor información escribir a camonje@natura.org.co

La tortuga charapa (*Podocnemis expansa*) es la más grande de agua dulce e igualmente es una de las especies que más ha soportado la presión del hombre para obtener carne, huevos y aceite principalmente. Habitante común de los principales ríos de la cuenca amazónica, en Colombia se encuentra en los ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá.

Con base en información bibliográfica, recorridos de campo, entrevistas y reuniones con personas que viven permanentemente y trabajan en los diferentes ríos se obtuvo un panorama actualizado de la situación de las poblaciones de charapa, playas de anidación y principales presiones que se realizan sobre el recurso en las diferentes épocas del año. El principal esfuerzo de documentación se realizó para los ríos Amazonas y Putumayo dado que es muy poca la información que se tiene sobre la biología de esta tortuga, playas de anidación, épocas de desove, épocas de emergencia de los tortuguillas, lugares como cochas, lagunas, esteros en donde se refugian y mantienen las poblaciones de adultos, etc. Para el río Caquetá se cuenta con información recopilada periódicamente desde la década de 1980 hasta el 2000, fecha en la cual las ONG que estaban apoyando la investigación, el control y la vigilancia de playas terminan sus proyectos y salen de la región para más tarde ser retomados por parte de las autoridades tradicionales indígenas en colaboración, en algunos casos, de funcionarios del Parque Natural Nacional del Cahuinarí.

Durante los últimos cinco años las principales presiones sobre la población de charapa en el río Caquetá fueron dragas en busca de oro con la consecuente destrucción de playas importantes de anidación, la recolección y saqueo de nidos en playas establecidas de protección absoluta y la captura desmedida de adultos para abastecer la demanda alimenticia; ante esto quedaron cortas las acciones de control y vigilancia emprendidas por las autoridades ambientales. Es importante enfatizar que las charapas del río Caquetá representa la población más grande de hembras anidantes en todo el país, principalmente porque en las otras cuencas han sido diezgadas, y en consecuencia tiene una gran importancia en las acciones de manejo y conservación para la especie.

Aunque históricamente se han registrado charapas a lo largo de todo el río Amazonas se propone empezar las acciones de manejo en el sector comprendido entre Puerto Nariño y la desembocadura del río Loretoyacu porque allí tienen presencia actores como la Fundación Omacha, el Parque Natural Nacional Amacayacu y las autoridades indígenas del Resguardo Ticoya quienes vienen desarrollando algunas actividades en torno a esta especie. Igualmente en esta zona se han registrado avistamientos recientes de tortugas y presencia de nidos en varias de las playas. La Fundación Omacha ha hecho una labor importante de sensibilización y educación ambiental alrededor de la tortuga charapa, los recursos hidrobiológicos, la protección de los humedales y lagos del sector. Con un mayor apoyo y coordinación de Corpoamazonia, el Instituto Sinchi, la Universidad Nacional, el Parque Amacayacu y las autoridades indígenas del resguardo Ticoya, se logrará en corto tiempo, un nivel de sensibilización alto en torno a la protección de la charapa y en general de los recursos naturales.

Para el río Putumayo hay una falta total de información básica sobre las poblaciones de charapa y en general sobre el estado de los recursos naturales lo cual es el reflejo de la poca presencia que han tenido las ONG y las instituciones de investigación ambientales en esta importante región de la Amazonia colombiana. El recorrido de campo y la asamblea que celebramos con presencia de representantes indígenas de todo el sector nos permitió elaborar una primera cartografía básica en donde ubicamos las principales playas de anidación de la tortuga, ubicar cochas y lagos de importancia para la charapa y conocer las principales presiones a las que se enfrentan no solamente las poblaciones de charapa sino en general los recursos hidrobiológicos, forestales, mineros y las poblaciones indígenas de la región. El río Putumayo ha sido históricamente una

región de conflicto, en donde confluyen situaciones fronterizas con Perú y Brasil, procesos de colonización desde el piedemonte amazónico y una economía extractiva (cauchería, minería, forestal, recursos hidrobiológicos y los cultivos de uso ilícito). Las acciones que se proponen en el plan de manejo van encaminadas a tener una mayor presencia en la región, incentivar los procesos de investigación sobre la charapa y fortalecer a las autoridades indígenas en asocio y concertación con Corpoamazonia.

Respecto a los sectores del río Caquetá comprendidos entre Araracuara y La Pedrera, puede verse que la información es mas detallada. Igualmente los procesos de gobernabilidad que ejercen las autoridades indígenas se manifiestan en términos de acuerdos y legislaciones propias sobre el uso, manejo, control y vigilancia de los recursos naturales y el territorio. Se propone aquí que Corpoamazonia lidere en el país un proceso de reconocimiento de las autoridades indígenas como autoridades ambientales especiales y delegue o coadministre el control y la vigilancia de un recurso natural como la charapa con las autoridades indígenas locales en el río Caquetá, asociado de un proceso de acompañamiento y capacitación a las mismas. Como antecedente clave de este proceso que se propone, se rescata el trabajo que se ha desarrollado desde el Parque Natural Nacional del Cahuinarí en donde se ha avanzado en acuerdos de manejo y administración de los recursos naturales y del territorio en la región.

El Plan de Manejo: de la palabra a la acción

Desde la promulgación de la Constitución Nacional en 1991, la conformación del Sistema Nacional Ambiental (SINA), la creación del Instituto Sinchi y de Corpoamazonia se han dado pasos muy importantes en la política ambiental nacional y en los procesos de descentralización de las políticas, gestión y administración de los recursos naturales. ¿Cómo pueden profundizarse los procesos de descentralización de la gestión y administración de los recursos naturales teniendo en cuenta las particularidades de la región amazónica? Los planes de manejo aunque bien formulados pero sin mecanismos efectivos de gestión, de control y de vigilancia de los recursos naturales, no van a lograr los objetivos para los que fueron realizados. La experiencia acumulada de varios años y en varias zonas del país muestra que existen excelentes documentos de planes de manejo (forestales, de recursos hidrobiológicos, del territorio, etc.) que en la práctica no se aplican o no se controlan y vigilan adecuadamente ya sea por razones de tipo administrativo, técnico, económico, etc. En este caso se generan diferencias entre lo que dice el plan y lo que realmente se hace. La estrategia que se ha utilizado para tratar de controlar y vigilar por parte de las instituciones del Estado ha sido la de invocar el control local, la veeduría ciudadana, los gestores y líderes comunitarios. Aquí hay un reconocimiento primero de las falencias de las instituciones para ejercer su función adecuadamente y por otro un reconocimiento a los procesos locales como mecanismos útiles y eficaces al servicio de las instituciones para ayudarlas a cumplir su función.

En el plan de manejo de la charapa es evidente que aunque la Corporación está decidida a implementar los planes de manejo de fauna que está realizando, actualmente no tiene las posibilidades para ejercer un verdadero control y vigilancia en todo el territorio de su jurisdicción. Igualmente las autoridades indígenas en ciertas situaciones no pueden ejercer su autoridad por múltiples razones y principalmente en los casos de amenazas externas a las comunidades (como el caso de las dragas en busca de oro) que escapan a su control lo que no pasa con los procesos más locales e internos dentro y entre las comunidades en donde la gobernabilidad del territorio que ejerce la autoridad indígena es eficaz. Esta última afirmación no se puede generalizar para todos los territorios y todas las autoridades indígenas, pero en el caso del río Caquetá, en donde las autoridades indígenas han adelantado procesos de concertación

en torno a reglamentos internos de uso de los recursos naturales, procesos de concertación con la Unidad de Parques Naturales Nacionales en torno al manejo del parque y de los recursos naturales, podemos decir que existen condiciones muy favorables para que Corpoamazonia y las autoridades indígenas del CRIMA, PANI y CRIACIA se sienten a concertar acciones de control, vigilancia, manejo y gestión primero en torno a la charapa y luego con los demás recursos naturales del territorio. Sería un paso muy importante que ayudaría a reforzar las acciones que se adelantan en el marco del plan de manejo en los ríos Putumayo y Amazonas. Con respecto a estos últimos las recomendaciones son emprender actividades de investigación y conocimiento del estado de las poblaciones de charapa y por medio de la vinculación de las universidades, el Instituto Sinchi y ong que, en concertación con las autoridades indígenas y Corpoamazonia, puedan en un corto plazo orientar sobre los pasos a seguir.

2.5.4 Aves

Germán Darío Mejía L., Ana María Umaña V.,
Mauricio Álvarez R.
Instituto Humboldt

Desde el punto de vista ornitológico, Colombia es conocida como uno de los países de mayor biodiversidad del mundo pues posee alrededor de 1.800 especies de aves. En términos generales, las especies de aves de la Amazonia presentan una amplia distribución geográfica (Hilty y Brown 1986, Ridgley y Tudor 1989, 1994). En el caso de la Amazonia colombiana, tan sólo se ha descrito una especie endémica (*Chlorostilbon olivaresi*), asociada con la vegetación casmófita arbustiva de la cima de afloramientos rocosos relictuales (Stiles 1996).

Reseña de estudios ornitológicos para el Amazonia colombiana

Para el II Simposio y Foro de Biología Tropical amazónica (Leticia y Florencia en 1969 respectivamente), Antonio Olivares hizo una recopilación de los trabajos publicados entre los años 1917 y 1967. Claramente advierte que todos estos trabajos son taxonómicos con leves datos ecológicos. De acuerdo con Olivares, probablemente el primer ornitólogo que colectó en lo que hoy corresponde a la Amazonia colombiana fue John Hauxwell, a mediados de 1867 en Loretoyacu, localidad que figuraba como peruana en la literatura ornitológica referente al alto Amazonas, pero que desde 1922 pasó a ser de Colombia en virtud del tratado de límites con el Perú. En síntesis, Olivares registró 590 especies de aves para esta región y finalizó su artículo dando sugerencias para la protección de la avifauna amazónica, que no se desvían de los propósitos actuales de conservación.

Desde la década de 1970 hasta la fecha son varias las personas, organizaciones e instituciones que han realizado trabajos de campo en la región, entre las cuales se destacan el trabajo de Jorge E. Morales (en IGAC 1979) entre 1972 y 1977 en ocho estaciones piloto programadas por PRORADAM, en donde describió algunas de las especies de aves más utilizadas en el área amazónica; entre los años 1984 y 1994, Sara Bennett realizó inventarios de aves en la Estación Biológica Caparú, lago Taraira, río Apaporis, en el Vaupés, donde se registraron 321 especies de aves. Estos datos fueron publicados en 1994. Entre noviembre y diciembre de 1992, el ICN, la UAESPNN y la Agencia Española de Cooperación Internacional-AECI-, realizaron un inventario ornitológico dirigido por Gary Stiles en el valle de los Menhires, zona norte del PNN Serranía de Chiribiquete, en donde registraron 78 especies de aves. La información generada en esta expedición se publicó en los años 1995 y 1996.

Entre los años 1989 y 2002 la Fundación Puerto Rastrojo realizó varias investigaciones ornitológicas en la Amazonia. En el Mirití – Paraná (Amazonas), Germán Andrade y Heidi Rubio estudiaron el efecto de la agricultura migratoria sobre la avifauna del sotobosque; en 1993, Diego Silva, en la Estación Puerto Abeja, sector sur oriental del PNN Serranía de Chiribiquete (Caquetá), estudió la composición de especies de aves y realizó una colección de referencia de 121 individuos, los cuales fueron depositados en el ICN. Consecutivamente, Thomas Walschburger entre los años 1993 y 1995 realizó inventarios de aves en los sectores de Puerto Abeja, el Tubo en el río Cuñare y en el río Amu en el PNN Serranía de Chiribiquete y en los sectores del chorro de Masaca y el Bombonal sobre el río Mesay. Francisco García y Edith Rodríguez, entre 1997 y 1998, estudiaron la diversidad y dinámica de las comunidades de aves en los bosques de Puerto Abeja. Posteriormente, Germán Mejía, Carolina Arenas y Javier Cajiao, entre 1999 y 2000, estudiaron la comunidad de aves y su relación con las características de los bosques en Puerto Abeja. Adicional a este último trabajo, se realizaron informes internos para la Fundación y tres trabajos de grado.

En 2000 y 2001 el Instituto Humboldt, en convenio con la Fundación Puerto Rastrojo, realizó cuatro expediciones dentro del área del PNN Serranía de Chiribiquete, en los sectores del Alto río Mesay, río Sararamano, el Acuario en el río Cuñare y en el río Amu. Se registraron en total 365 especies de aves y los resultados de estas expediciones y una recopilación de las investigaciones en el Parque fueron publicados en 2003.



Atila.
Attila
citriniventris

Otras tres expediciones fueron conducidas por el Instituto Humboldt entre 1999 y 2000: una en el departamento de Putumayo: Alto Putumayo, carretera Sibundoy Mocoa - El Mirador en 1999 y dos en el departamento de Caquetá: en el PNN Cordillera de Los Picachos en 1998 y en San José de Fragua en el 2000. Finalmente, se subrayan los trabajos realizados en los últimos años por el grupo de ornitología del ICN en el PNN Amacayacu y alrededores de Leticia.

Tipo de documentos consultados

En total se consultaron las bases de 10 museos y 185 documentos de estudios realizados en el sur de la Amazonia colombiana entre 1881 y 2006. La mayoría de los documentos corresponde a publicaciones realizadas en revistas científicas (81% del total de documentos, 5.191 registros), sustentadas en su mayoría por pieles depositadas en colecciones ornitológicas. Las colecciones ornitológicas son la evidencia más confiable de las aves presentes en la región, pues permiten certificar la identidad de las especies. Estas colecciones representan el 5% de la documentación consultada y aportaron 4.122 registros. Un número reducido corresponde a informes internos y tesis (3% y 2% respectivamente), que si bien recogen una parte importante de la información biológica disponible (4.230 registros en total), junto con rigurosos análisis de la misma, no han sido aún publicados (tabla 36). Bien vale la pena promover su publicación debido a la calidad de los mismos.

Tabla 36.
Tipos de documentos en aves para el sur de la Amazonia colombiana

Tipo documento	Total	% del total	No registros
Artículo	158	81%	5191
Libro	15	8%	66
Colección (Museos)	10	5%	4.122
Informe interno	6	3%	3.069
Tesis	4	2%	1.161
CD-ROM	1	1%	
Inédito	1	1%	751
Total	195	100%	14.360

Temas principales

En la tabla 37 se incluye el número de documentos por tema principal tratado en cada caso. La mayoría de la información trata temas de taxonomía (59% del total de los documentos), distribución geográfica (15%), sistemática – taxonomía y ecología (8%, respectivamente). El porcentaje restante corresponde a los temas de conservación, comportamiento, descripciones de especies o subespecies nuevas, nombres comunes, fisiología y documentos que vislumbran todos los temas mencionados.

Tema principal	No documentos	% del total	No registros
Taxonomía	109	56%	4.072
Distribución geográfica	29	15%	1.286
Sistemática-taxonomía	16	8%	3.770
Ecología	15	8%	5.124
Conservación	6	3%	26
Comportamiento	5	3%	6
Descripción	5	3%	31
Nombres comunes	5	3%	11
Todos	4	2%	24
Fisiología	1	1%	10
Total	195	100%	14.360

Tabla 37. Temáticas principales de los documentos consultados de aves para el sur de la Amazonia colombiana

Cobertura espacial de los estudios y temas principales

Del total de los documentos consultados, ninguno cubre la totalidad de las cuencas presentes en la región sur de la Amazonia. En la tabla 38 se presenta el número de registros, clasificados por tema principal y su cobertura espacial específica

La información disponible para las cuencas hidrográficas del bajo río Putumayo (BP) y Cara-Paraná (CP), se limitan a un registro del Manual CITES y a información taxonómica. Las cuencas con más registros documentados corresponden a las del alto río Putumayo (AP), la del río Yará (Y), Orteguzza (O) y Amazonas (A). La primera es un lugar con un alto número de ejemplares colectados y depositados en seis colecciones ornitológicas. Además, esta cuenca presenta un alto número de registros presentados en 26 publicaciones. La segunda cuenta con un alto número de registros aportados por los estudios ecológicos (Cajiao 2001, Cajiao *et al.* 2002, Castillo 2002, Mejía *et al.* 2002, Mejía y von Hildebrand 2002a, b, Melgarejo 2004) realizados en la Estación Biológica Puerto Abeja de la Fundación Puerto Rastrojo y por los inventarios de las cuatro expediciones realizadas entre la Fundación Puerto Rastrojo y el Instituto Humboldt dentro del área del PNN Serranía de Chiribiquete (Álvarez *et al.* 2003). Cabe resaltar que en esta cuenca y en la del Apaporis se encuentra el colibrí *Chlorostilbon olivaresi*, única especie endémica de la región amazónica colombiana, descrita por Stiles (1996).

La cuenca del Orteguzza (O) cuenta con 2.622 registros de 94 documentos y nueve museos. Para la cuenca del Amazonas (A), los 2.350 registros provienen de 66 documentos y tres museos. Del total de los registros, 960 se originan de tres artículos (Rensen y Parker 1983, Amaya-Márquez *et al.* 2001, Rodríguez-Flores y Stiles 2005) y de una tesis de grado (Hoogeland y van Leeuwen 2001).

Tabla 38.
Cobertura
(cuenca) de la
información
acopiada (y
analizada) en los
documentos
para el sur de
la Amazonia
colombiana²

Tema principal	AC	AP	A	Ap	BC	BP	Cg	CP	Ct
Taxonomía		1279	325		2		354	1	
Distribución geográfica		3	929		22				4
Ecología			960						
Conservación		9	4			1	1		
Comportamiento		4							
Descripción		1	11	5					
Nombres comunes									
Todos los temas		6	9						
Fisiología		10							
Sistemática-Taxonomía	38	2091	111		1		139		
Total registros	38	3.403	2.350	5	25	1	494	1	4

Tema principal	IP	MC	MP	Mpa	O	P	Y	Vacía	Total
Taxonomía	5	99	135		1267	212	382	11	4072
Distribución geográfica		2	38	4	239	43			1286
Ecología		319		901	1	1	2942		5124
Conservación					6			5	26
Comportamiento					2				6
Descripción		10			3		1		31
Nombres comunes					11				11
Todos los temas			1		4	2	2		24
Fisiología									10
Sistemática-Taxonomía	47	2	151		1089	15		86	3770
Total registros	52	432	325	905	2.622	273	3.328	102	14.360

Resultado de la recopilación y análisis para el presente documento

Especies endémicas y casi endémicas

Se registraron cinco especies de aves endémicas y cuatro casi endémicas en los tres departamentos (Stiles 1998). De las especies endémicas, una es exclusiva de la región amazónica colombiana: *Chlorostilbon olivaresi* (Trochilidae), asociada a las colinas estructurales altas de los cerros o tepuies en el PNN Serranía de Chiribiquete; tres comparten territorio con la zona andina, en bosques submontanos y montanos de los departamentos del Caquetá y Putumayo: *Odontophorus hiperthyrus* (Tinamidae), *Grallaria rufocinerea* (Formicariidae) e *Hypopyrrhus pyrohypogaster* (Icteridae). La quinta especie endémica *Molothrus armenti* (Icteridae), fue registrada por Friedmann (1957) en la localidad de Leticia, sin embargo, esta especie es endémica de los bosques

2 Alto río Caquetá (AC), Alto río Putumayo (AP), Amazonas (A), Apaporis (Ap), Bajo río Caquetá (BC), Bajo río Putumayo (BP), Caguán (Cg), Cara-Paraná (CP), Cotuhé (Ct), Igará-Paraná (IP), Medio río Caquetá (MC), Medio río Putumayo (MP), Mirití-Paraná (MPa), Ortegaza (O), Purité (P) y Yará (Y)

secos de la región Caribe colombiana y su registro en la Amazonia es un error, pues se sabe que se encontraba accidentalmente con un cargamento de aves de Leticia en cuarentena previa a su exportación desde Barranquilla a Estados Unidos (Dugand y Eisenmann 1983, Hilty y Brown 1986).

Especies migratorias

La migración es conocida como el movimiento de algunas poblaciones de aves desde las zonas templadas hacia el trópico. No obstante, estos grandes desplazamientos están motivados por cambios climáticos que afectan la abundancia de alimento. Estos éxodos son clasificados en tres tipos: migración boreal (especies provenientes del hemisferio norte), migración austral (provenientes del hemisferio sur o transamazónicas) y migración local (movimientos en algún gradiente en pequeña escala).

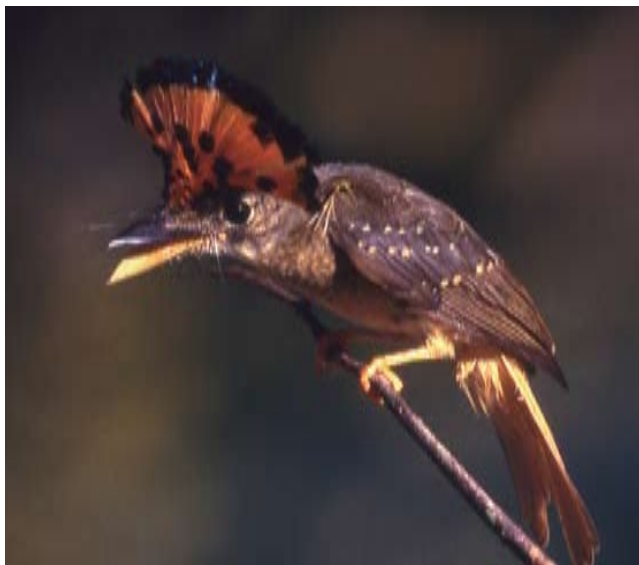
De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo 80 especies son migrantes (46 son migrantes boreales, 31 son migrantes australes y 3 especies son migrantes locales) (anexo 9). Sin embargo, hay muchas más especies migrantes locales como *Phaetusa simplex*, *Sterna superciliaris* (Laridae), algunas especies del genero *Sporophila* y de la familia Tyrannidae, pero no hay estudios dedicados (Mauricio Álvarez 2006, *com. pers.*).

Lista de especies de aves

Se elaboró una base de datos tanto con los registros bibliográficos como biológicos (colecciones y muestreos). El orden y nomenclatura taxonómica fueron seguidos de acuerdo con los parámetros de Parker *et al.* (1996). Se incluyeron además, en la mayoría de los registros, la localidad, departamento, cuenca hidrográfica, información bibliográfica, tipo de registro (ejemplar en colección, observación, captura), sexo, edad, tipo de documento, tema principal, especies amenazadas (Libro rojo de aves de Colombia – UICN categorías nacionales), uso comercial (CITES), especies migrantes, ubicación del documento y observaciones.

Además de los registros bibliográficos de los centros de documentación, bases de datos de museos y colecciones biológicas reseñados en la introducción del capítulo, se consultó un documento inédito que corresponde a una lista parcial de especies del PNN Amacayacu (Tye y Kelsy 1988).

En total se registraron 988 especies de aves de 18 órdenes, 58 familias y siete subfamilias



Atrapamoscas real
(*Onychorhynchus coronatus*).

para los tres departamentos en la Amazonia sur de Colombia (anexo 10). El orden con más especies es el de los Passeriformes con 589 (59,6%), seguido de Apodiformes (77 especies) y Piciformes (71 especies). Los órdenes menos representados son Anseriformes y Pelecaniformes con siete y dos especies respectivamente.

Las familias más ricas son Emberizidae con 142 especies (14,4%), seguida de cerca por la familia Tyrannidae con 134 especies (13,5%) y Formicariidae con 105 especies (10,6%). 13 familias presentan solamente una especie. En cuanto a las subfamilias de la familia Emberizidae, 82 especies pertenecen a Thraupinae (57,7% del total de especies de la familia), 28 especies pertenecen a Emberizinae (19,7%), 24 especies a Parulinae (16,9%), siete especies a Cardinalinae (4,9%) y una especie a Tersininae (0,7%). De la familia Muscicapidae, 17 especies (81%) pertenecen a la subfamilia Turdinae y cuatro (19%) especies a la subfamilia Polioptilinae. La tabla 39 resume el número de especies de aves por orden encontrados en la región sur de la Amazonia colombiana.

Tabla 39.
Número de especies por órdenes de aves presentes en el sur de la Amazonia colombiana

Orden	Total especies	% del total
Passeriformes	588	59,6%
Apodiformes	77	7,8%
Piciformes	71	7,2%
Falconiformes	50	5,1%
Psittaciformes	35	3,5%
Ciconiformes	21	2,1%
Caradriformes	20	2,0%
Caprimulgiformes	16	1,6%
Galliformes	16	1,6%
Columbiformes	15	1,5%
Cuculiformes	15	1,5%
Gruiformes	14	1,4%
Tinamiformes	11	1,1%
Coraciiformes	10	1,0%
Strigiformes	10	1,0%
Trogoniformes	10	1,0%
Anseriformes	7	0,7%
Pelecaniformes	2	0,2%
Total de especies	988	100%

Vacíos de información

En cobertura geográfica, no existe ningún tipo de información para las cuencas de Cahuinari y Puré. Esta última fue muestreada por Conservación Internacional en el año 2001, pero aún no han sido publicados los resultados. Se encontraron vacíos de información sobre aspectos ecológicos en las cuencas de los ríos Caguán, medio Putumayo, Igara-Paraná, alto Caquetá, bajo Caquetá, Apaporis, Cotuhé, bajo Putumayo y Cara-Paraná.

De los temas principales analizados, tres aportan muy poca información para todas las cuencas, estos son: nombres comunes e indígenas, comportamiento y fisiología.

Prioridades de Investigación

- Priorizar la generación de información en función de las necesidades de conservación
- Generar información en áreas de conservación, sobre especies amenazadas y en áreas poco estudiadas o que no registran estudios
- En los casos pertinentes, desarrollar los proyectos de investigación de manera participativa con las comunidades locales con base en el intercambio de saberes
- Imprimir un enfoque integral (multidisciplinario) en los procesos de investigación para garantizar el avance en la comprensión de las características y funcionamiento de los sistemas naturales, y en el manejo de problemas actuales y potenciales
- Identificar patrones de distribución espacial de especies y comunidades de aves, e interpretar los mismos en función de los tipos de vegetación, de las características abióticas del entorno, de la distancia y el tiempo (dinámica poblacional, ciclos fenológicos)
- Identificar y monitorear los cambios en composición de especies y en ensamblajes de especies en diferentes ecosistemas afectados por distintos tipos de intervención humana en la región amazónica
- Realizar estudios de migraciones locales regionales.

2.5.5 Anfibios

John D. Lynch
Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia

En términos generales, los anfibios representan un grupo de interés, no sólo por sus particularidades biológicas y ecológicas, sino también por su marcada vulnerabilidad ante la transformación y degradación de los ecosistemas que habitan (Acosta 2000). Colombia presenta la mayor diversidad reportada para anfibios en todo el mundo, como respuesta a la gran pluviosidad, posición geográfica y complejidad orográfica del país. Sin embargo, aún existen grandes vacíos en su conocimiento, especialmente para las zonas de tierras bajas, y la región amazónica es una de ellas (Acosta 2000).

En el sur de la Amazonia colombiana, el mayor conocimiento de la fauna de anfibios se tiene para los bosques del norte de Leticia, entre los kilómetros 7 y 21, donde se han realizado un gran número de colecciones y durante largos períodos de tiempo. Para el departamento de Amazonas existen otras colecciones puntuales, pequeñas e incompletas de localidades como el PNN Amacayacu, Araracuara, Buenos Aires, Calderón, algunos picos del PNN Serranía de Chiribiquete, parte alta del río Mesay

y La Chorrera, La Pedrera, Peña Roja, Puerto Nariño, río Mirití-Paraná, río Puré, y Tarapacá. Para Caquetá, Suárez-Mayorga (2000) registra las colecciones de las tierras bajas cerca de Florencia. En Putumayo las colecciones de las tierras bajas son mínimas, especialmente en el piedemonte y en Puerto Leguízamo.

Exceptuando seis publicaciones recientes (Lynch 2000, 2002, 2005, Lynch y Suárez-Mayorga 2001, Suárez-Mayorga 2000, Suárez-Mayorga y Lynch 2001) no se ha publicado nada con precisión entre la décadas de 1950 y 1970. En la década de 1990 se publicaron los artículos de Acosta (2000), Ardila-Robayo y Ruiz-Carranza (1997) y Ruiz-Carranza *et al.* (1996), que a pesar de su aporte al conocimiento, tiene registros muy generales y poco precisos. Faivovich *et al.* (2005) permite establecer cambios sobre la clasificación de la familia Hylidae.

Aunque existen colecciones, éstas no necesariamente involucran en rigor un estudio sobre anfibios. Para los bosques de tierras bajas de los tres departamentos Lynch ha realizado, un trabajo descriptivo que ilustra la fauna de renacuajos hílidos (aún sin publicar), y otro trabajo que propone una combinación de cinco metodologías para hacer inventarios: (i) un sistema de trampas de caída, (ii) búsqueda intensiva para renacuajos, (iii) búsqueda dentro del dosel, (iv) censo de la actividad reproductiva de ranas en un charco dentro el bosque primario, y (v) la búsqueda libre nocturna. Los listados publicados de anfibios eran de 41 especies, y a partir de ese trabajo se completó una colección de 98 especies.

Lynch (2005) anotó que en la várzea hay solamente 27 especies de ranas, 23 de las cuales se encuentran también en los bosques de tierra firme, mientras 94 especies estaban en los bosques de tierra firme y 71 especies están restringidas a ellos. En la cuenca amazónica colombiana, esta distinción es menos notoria hacia el noroccidente que para el centro.

Registros históricos

Anura

Las publicaciones entre 1957 y 1976 sobre la fauna anfibia de estos tres departamentos incluye el libro *Frogs of Colombia* (Cochran y Goin 1970), donde registran 47 especies de ranas o sapos de localidades como Leticia, Puerto Nariño y La Pedrera en Amazonas, 28 especies en cercanías a Florencia en Caquetá y 19 especies en la parte occidental de Putumayo (Puerto Asís). Los registros incluyen mucha información con deficiencias en taxonomía que al corregirlas comprenden 52 especies de la familia Bufonidae, dos Centrolenidae, siete Dendrobatidae, 21 Hylidae, 15 Leptodactylidae, una especie de la familia Microhylidae, dos Pipidae y una Ranidae.

Silverstone (1975, 1976) registró especies de la familia Dendrobatidae. Lynch (1980 1986), Lynch y Lescure (1980) registraron los Leptodactylidos para Amazonas y Putumayo. Heyer (1979, 1994, 1995, 2005) registró cinco especies de Leptodactylus

(*L. diedrus*, *L. knudseni*, *L. leptodactyloides*, *L. lithonaetes*, *L. petersi*) para Amazonas; *L. pentadactylus* en Amazonas, Caquetá y Putumayo y *L. stenodema*, *L. wagneri* en Caquetá y Putumayo. La lista de familias, géneros y número de especies por género de anura se presentan en la tabla 40.

Familia	Género	No. especies	Familia	Género	No. especies	
Bufonidae	<i>Atelopus</i>	1	Leptodactylidae	<i>Ceratophrys</i>	1	
	<i>Bufo</i>	8		<i>Adelophryne</i>	1	
	<i>Dendrophryniscus</i>	1		<i>Eleutherodactylus</i>	19	
Centrolenidae	<i>Cochranella</i>	3		<i>Oreobates</i>	1	
	<i>Hyalinobatrachium</i>	2		<i>Phyllonastes</i>	1	
Dendrobatidae	<i>Colostethus</i>	3		<i>Adenomera</i>	2	
	<i>Dendrobates</i>	1		<i>Edalorhina</i>	1	
	<i>Epipedobates</i>	5		<i>Hydrolaetare</i>	1	
Hylidae	<i>Hemiphractus</i>	2		<i>Leptodactylus</i>	14	
	<i>Dendropsophus</i>	17		<i>Lithodytes</i>	1	
	<i>Hypsiboas</i>	15		<i>Physalaemus</i>	1	
	<i>Nyctimantis</i>	1		<i>Pseudopaludicola</i>	2	
	<i>Osteocephalus</i>	7		Microhylidae	<i>Chiasmocleis</i>	3
	<i>Trachycephalus</i>	3			<i>Ctenophryne</i>	1
	<i>Cruziohyla</i>	1	<i>Hamptophryne</i>		1	
	<i>Phyllomedusa</i>	5	<i>Otophryne</i>		1	
Pipidae	<i>Pipa</i>	2	<i>Synapturanus</i>		1	
Ranidae	<i>Rana</i>	1	<i>Syncope</i>		1	

Tabla 40. Familias, géneros y número de especies de anuros en los tres departamentos del sur de la Amazonia colombiana

Caudata y Gymnophiona

América del sur es pobre en salamandras (Caudata) y la Amazonia aún más. Solamente *Bolitoglossa altamazonica* está registrada en Leticia, aunque existe la posibilidad de que existan dos especies más (*B. ecuatoriana* y *B. peruviana*), conocidas en regiones cercanas de Ecuador.

Las cecilias representan un grupo muy poco estudiado. Sin embargo Lynch (2000) registró para el Amazonas, *Caecilia bokermanni*, *Osaecilia bassleri*, *Potomotyphlus kaupii*, *Siphonops annulatus*, para Putumayo *C. tentaculata*, *O. bassleri* y *Caecilia* sp., y para el Caquetá *Microcaecilia albiceps*. Existe como evidencia una foto publicada por Duellman y Trueb (1994, en Lynch 2000) sobre la presencia de un espécimen vivo de *Typhlonectes compressicauda* en el río Amazonas, frente a Leticia.

Registros no publicados del Instituto de Ciencias Naturales

La colección de anfibios del ICN es de carácter nacional y es la más completa y grande del mundo para los anfibios de Colombia. Posee cerca del 98% de las especies conocidas del país y entre 60 y 70% de los ejemplares de todos los museos. La colección del ICN tiene la mayoría de los registros conocidos para la fauna de anfibios en los departamentos Amazonas y Caquetá, y aunque muy poca de esta información ha sido publicada (Lynch 2002, Suárez y Lynch 2001), existe un compendio publicado recientemente (Lynch 2005).

Desde el 2001, Leticia fue seleccionada como sitio de prueba para técnicas de colecta. Hasta la fecha, Lynch ha dirigido dos proyectos enfocados en aspectos de la fauna de anfibios de Leticia (renacuajos 2001-2002, inventario de ranas 2003-2005), con el registro de 98 especies de ranas o sapos en los bosques ubicados entre los km 7 y 19 de la carretera Leticia-Tarapacá. Aunque algunas de estas especies son nuevos registros para el país, existen otras ocho especies conocidas para la región que no se han logrado capturar y se estima que se pueden hallar 20 más.

En el 2005 se coleccionaron las cecilias *Potomotyphlus kaupii* y *Typhlonectes compressicauda* en el río Amazonas y *Siphonops annulatus* en los bosques del kilómetro 10 (familia Caeciliidae). La salamandra *Bolitoglossa altamazonica* (familia Plethodontidae) a pesar de no ser una especie común, ha sido capturada en casi todas las salidas. Un ejemplar de *Microcaecilia albiceps* colectado en el oriente de Putumayo, fue donado a la colección.

Adicionales a las colecciones del ICN, existen colecciones pequeñas en el Instituto Humboldt, Museo de La Salle, Universidad Javeriana, además de algunos ejemplares en las colecciones del Museo de Historia Natural (Kansas University), Museo de Zoología Comparada (Harvard University) y Museo Nacional de Historia Natural (Smithsonian Institution).

Lista de especies para anfibios

Compilando la información de las especies que se conocen con uno o más registros en los museos de historia natural citados, la información publicada y la no publicada, la fauna de Anfibios en las tierras bajas los departamentos del sur de la Amazonia colombiana está conformada por no menos de 140 especies, 131 anuros, una salamandra y ocho cecilias (anexo 11).

Estudio de caso

Tolerancia de los anfibios a la intervención

John D. Lynch

Instituto de Ciencias Naturales
Universidad Nacional de Colombia

En general para las tierras bajas de los departamentos Amazonas, Caquetá y Putumayo, el grado de intervención ha sido muy bajo y varía entre inexistente y mínimo, manteniendo aún la fauna nativa en buenas condiciones. No obstante los estudios y los inventarios son escasos y poco se conoce acerca del impacto antrópico sobre de los anfibios.

Para evaluar los efectos de la transformación del paisaje y la ocupación humana sobre la diversidad de anfibios, se definieron dos ejes de estudio en la ciudad de Leticia y sus alrededores. El primero es un eje corto, que varía desde bosques inundables en un extremo, hasta gramalote y zonas modificadas para cultivos temporales y vivienda en el otro extremo. El segundo eje es más largo y corresponde a las zonas de tierra alta (no inundable); presenta una transición desde bosques intactos o bien conservados en un extremo, pasando por zonas con diferentes grados de modificación hechas por grupos indígenas (chagras), potreros abandonados, chagras o cultivos temporales de colonos, potreros en uso, hasta zonas con bases militares, los terrenos en los alrededores de la pista del aeropuerto Vásquez Cobo, y las zonas altamente modificadas dentro de Leticia (jardines, parques) en el otro extremo del eje de estudio.

En el primer eje, la fauna nativa fue de 27 especies de ranas y dos especies de cecilias para los bosques inundables; en gramalote, zonas de cultivos temporales o cerca a las viviendas, se encontraron entre 25 y 27 especies. Esto parece indicar que las especies tolerantes de bosques inundables también toleran actividades antrópicas de tipo temporal.

Para el segundo eje, la fauna nativa consistió en 95 especies de anuros, una especie de salamandra y cinco cecilias. El efecto de la intervención menos drástica (realizada por grupos indígenas) redujo la fauna entre 30 y 40 especies (70 - 80 %). En sitios con intervención moderada (potreros abandonados, cultivos de colonos) el número de especies está entre 15 y 20. En las zonas con intervención drástica (base militar, aeropuerto, potreros activos) la composición de anfibios estuvo entre 10 y 13 especies; y en parques y jardines de Leticia, solamente se encontraron 6 especies (que aparecen también en los bosques inundables).

Estos muestreos sugieren que las actividades antrópicas, de acuerdo a su intensidad, afectan en igual proporción la diversidad de anfibios; este grupo biológico parece ser un indicador aceptable para determinar grados de intervención. En zonas altamente modificadas, donde hay pueblos, zonas ganaderas, cultivos e instalaciones militares, el efecto sobre la fauna ha sido dramático, y se estima que la pérdida de especies nativas supera el 90%. Algunas pocas especies adaptadas a condiciones naturales extremas como los pulsos de inundación, soportan de igual manera altos niveles de intervención humana.

2.5.6 Peces

Javier Alejandro Maldonado-Ocampo,
Juan David Bogotá-Gregory
Instituto Humboldt

La Zona Hidrogeográfica de la Amazonia -ZHA- en Colombia recibe el aporte de ocho cuencas y 78 subcuencas. Las principales corresponden a los ríos Guainía-Negro, Vaupes, Apaporis, Caquetá, Putumayo y Amazonas (Ideam 2004), los cuales se pueden clasificar de acuerdo con los tipos de aguas establecidos por Sioli (1984) para ríos Amazónicos en: ríos de aguas blancas, negras y claras; adicionalmente en la ZHA se pueden encontrar aguas tipo mixtas en el área del trapecio amazónico, en cercanías de Leticia (Duque *et al.* 1997).

Existen diversas estimaciones sobre la riqueza de especies de peces para la cuenca del Amazonas, con cifras que van desde 1.200 hasta 7.000 dependiendo del autor (Gery 1990, Val y Almeida 1995, Goulding 1999, Henderson y Robertson 1999). No obstante, se registran 1.033 especies en el *Checklist of the freshwater fishes of South and Central America* (Reis *et al.* 2003) y 963 especies en el Catálogo de Peces de la Academia de Ciencias de California (actualizado a octubre 2005).

El estudio de peces en la ZHA en Colombia se remonta a finales del siglo XIX con los trabajos de Humboldt (1821) y Steindachner (1876). El número de especies registradas para la ZHA ha variado con el transcurso del tiempo; Mojica (1999) registra un total de 264, Mojica *et al.* (2005) 364, Bogotá-Gregory y Maldonado-Ocampo (2005) 583, Maldonado-Ocampo y Usma (2006) 675 y finalmente el listado más reciente de Bogotá-Gregory y Maldonado-Ocampo (2006) registra 753 especies, lo cual posiciona a la ZHA como la región más rica en peces en Colombia, seguido por la zona hidrogeográfica de la Orinoquia con 619 registros (Maldonado-Ocampo y Usma 2006). A pesar de estas cifras, durante muchos años, la mayoría de los principales cuerpos de agua han permanecido inexplorados, y las cifras de riqueza de especies han sido subvaloradas.

Las 753 especies registradas por Bogotá-Gregory y Maldonado-Ocampo (2006) están agrupadas en 14 órdenes y 47 familias (tabla 41). Los órdenes con mayor representación específica son Characiformes (367 especies), Siluriformes (228) y Perciformes (87). La familia con la mayor riqueza es Characidae (208 especies) que representa el 27,6% del total de las especies; le siguen Cichlidae (80 especies), Loricariidae (56) y Pimelodidae (40 especies).

Tabla 41.
Número de
órdenes, familias
y especies
registradas para
la ZHA

Órdenes	No familias	(%)	No especies	(%)
Myliobatiformes	1	2,1	5	0,7
Osteoglossiformes	2	4,3	2	0,3
Clupeiformes	2	4,3	6	0,8

Ordenes	No familias	(%)	No especies	(%)
Characiformes	14	29,8	367	49
Siluriformes	11	23,4	228	30
Gymnotiformes	5	10,6	34	4,5
Batrachoidiformes	1	2,1	1	0,1
Cyprinodontiformes	2	4,3	12	1,6
Beloniformes	1	2,1	3	0,4
Synbranchiformes	1	2,1	1	0,1
Perciformes	4	8,5	87	12
Pleuronectiformes	1	2,1	4	0,5
Tetraodontiformes	1	2,1	2	0,3
Lepidosireniformes	1	2,1	1	0,1
Total	47	100	753	100

Fuente: Bogotá-Gregory y Maldonado-Ocampo (2005)

Desde 1998 hasta 2006 han sido descritas cinco nuevas especies para la ZHA; sólo una ha sido descrita por un investigador colombiano (*Creagrutus galvisi*) y la descripción de tres especies se ha basado en material colombiano depositado en colecciones de museos del exterior (tabla 42).

taxa	autor	holotipo	paratipo
Characiformes			
Characidae			
<i>Creagrutus flavescens</i>	Vari y Harold 2001	MEPN 4622	
<i>Bryconamericus galvisi</i>	Román-Valencia 2000	ICNMNH 2720	ICNMNH 2721, IUQ 221, 223, 310.
<i>Jupiaba poekotero</i>	Zanata y Lima 2005	MZUSP 83460	MZUSP 81282, 66669, 81168, 81185, 81207, 81258, 81229, MCZ 163746, MCP 34865, INPA 22060, ANSP 180027
Gymnotiformes			
Gymnotidae			
<i>Gymnotus tigre</i>	Albert y Crampton 2003	UF 25552	UF 128412, ICNMHN 6690
Perciformes			
Cichlidae			
<i>Apistogramma alacrina</i>	Kullander 2004	UF 33670	CAS 50638, NRM 27040, 33375, 36101

Para el caso de *Apistogramma alacrina*, aunque la localidad tipo es de la parte alta de la cuenca del río Guaviare, parte de los paratipos sobre los cuales se basó la descripción de la especie son de la cuenca del río Orteguzaza, departamento de Caquetá.

Tabla 41.
Número de órdenes, familias y especies registradas para la ZHA (continuación)

Tabla 42.
Nuevas especies descritas entre el periodo de 1998 – 2006 para la ZHA

El número de registros por cuenca para la ZHA es de 510 para el Amazonas, 356 para el Caquetá, 297 para el Putumayo, 128 para el Apaporis, 24 para el Vaupés y 22 para el Guanía-Negro (Bogotá-Gregory y Maldonado-Ocampo 2006, Ortega *et al.*, 2006). Según Bogotá-Gregory y Maldonado-Ocampo (2006), estas cifras más que ser una evidencia de la riqueza real por cuencas, son el resultado de los esfuerzos de colecta que se han desarrollado para esta zona hidrogeográfica. Por esta razón las mismas cifras podrían utilizarse para definir prioridades para el desarrollo de inventarios que ayuden a llenar los vacíos de información existentes.

Los inventarios de peces en la ZHA se han centrado en los principales puertos de comercialización del área: Leticia, San José del Guaviare, Puerto Leguízamo, Araracuara y La Pedrera (Agudelo *et al.* 2000). Recientemente en el trapecio amazónico, en las zonas bajas del PNN Amacayacu y alrededores de Leticia se han realizado varios estudios, gracias a los cuales el número de especies ha tenido un aumento considerable (Prieto 2000, Santos 2000, Vejarano 2000, Castellanos 2002, Gutiérrez 2003, Arbeláez *et al.* 2004, Arroyave 2005).

Como ha sido resaltado, desde el trabajo de Mojica (1999) hasta los más recientes ya reseñados, se requiere adelantar inventarios ícticos en cuencas como las del Vaupés, Guanía-Negro, Apaporis y todo el piedemonte amazónico. El número de trabajos realizados en estas cuencas es mínimo y en la mayoría se han llevado a cabo colectas esporádicas de material como es el caso del Vaupés y Guanía-Negro. Para la cuenca del río Apaporis sólo existe el trabajo publicado de Correa (2003) resultado de una tesis de pregrado.

Para el área del piedemonte de la Amazonia, hasta el momento se conocen los trabajos de Fowler (1943, 1945a, 1945b) que se basaron en ejemplares enviados a la Academia de Ciencias Naturales de Filadelfia (ANSP) por el hermano Nicéforo María del Museo de La Salle en Bogotá. De este material no quedaron ejemplares en colecciones nacionales y hoy en día forma parte de las colecciones de importancia histórica en la división de peces de la ANSP (John Lundberg y Mark Sabaj 2006. *com. pers.*). Con base en este material Fowler publicó un listado de especies y realizó la descripción de 18 especies nuevas para la cuenca del río Orteguzza (tabla 43). La Universidad de la Amazonia con sede en Florencia ha desarrollado muestreos ícticos en el área del piedemonte en cercanías a Florencia pero a la fecha no se conocen los resultados de dichas colectas.

Tabla 43.
Especies
descritas por
Fowler para la
cuenca alta del
río Caquetá

Taxon
Characiformes
Curimatidae
<i>Steindachnerina dobula</i>
Anostomidae
<i>Leporinus niceforoi</i>
<i>Leporinus subniger</i>

Taxon
Characidae
<i>Astyanax fasciatus</i>
<i>Knodus hypopterus</i>
<i>Knodus orteguasae</i>
<i>Creagrutus amoenus</i>
<i>Moenkhausia orteguasae</i>
<i>Odontostilbe fugitiva</i>

Taxon
Siluriformes
Callichthyidae
<i>Corydoras leucomelas</i>
Astroblepidae
<i>Astroblepus caquetae</i>
Loricariidae
Loricariinae
<i>Spatuloricaria caquetae</i>

Taxon
Hypostominae
<i>Hypostomus niceforoi</i>
<i>Hypostomus oculus</i>
Ancistrinae
<i>Ancistrus lineolatus</i>
<i>Chaetostoma anale</i>
<i>Chaetostoma vagum</i>
<i>Cordylancistrus platyrhynchus</i>

Tabla 43.
Especies
descritas por
Fowler para la
cuenca alta del
río Caquetá
(Continuación)

Recientemente, en 2005, el Programa Ecorregional Andes del Norte (CEAN), del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), en el marco de selección de especies focales para el área del piedemonte amazónico, vio la necesidad de hacer una investigación base sobre el grupo de peces del piedemonte del Putumayo, por lo cual se llevó a cabo por parte de WWF y el Instituto Humboldt un inventario preliminar de la ictiofauna nativa en las cuencas altas de los ríos Mocoa y Putumayo en el departamento de Putumayo, sus resultados que se encuentran en el informe de Ortega-Lara 2005. El material colectado en este trabajo se encuentra depositado en las colecciones de peces del INCIVA y del Instituto Humboldt.

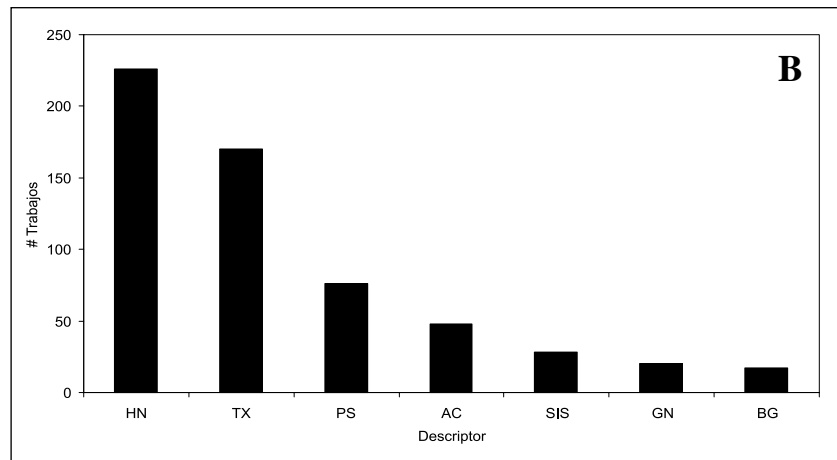
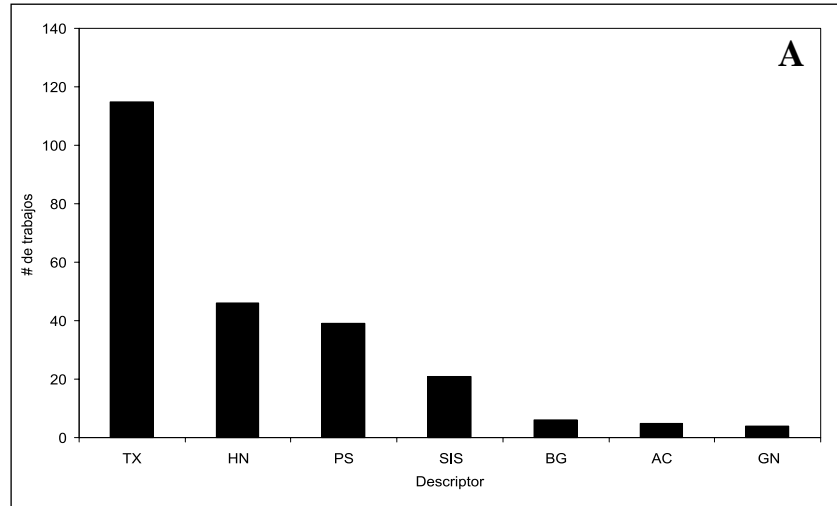
Aunque estos estudios hacen referencia a algunas especies de peces del piedemonte amazónico, hasta el momento no se cuenta con un listado, ejemplares en colecciones nacionales y mucho menos datos sobre la biología, ecología y niveles de aprovechamiento de estos recursos, de ahí la importancia de generar información actualizada directamente en la zona. El incremento significativo de registros de especies en los últimos cinco años para la ZHA, la posiciona como la zona rica del país, lo cual ha sido resultado de los estudios y apoyo brindado por diversas instituciones a nivel nacional y regional: ICN, Instituto Amazónico de Investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia sede Amazonia -Imani-, Instituto Sinchi, Instituto Humboldt, Fundación Tropenbos, Fundación Omacha, WWF Colombia, Incoder, Corpoamazonia y UAESPNN.

Se requiere la conformación de proyectos interinstitucionales a largo plazo como el de *Peces de Leticia* desarrollado por el ICN, IMANI y el Museo de Ciencias Naturales de España -CSIC-, para llenar los enormes vacíos de información que se han reseñado anteriormente en cuanto a la riqueza íctica de la ZHA colombiana. Los mismos deben generar capacidad local y regional para incrementar las personas y los grupos de investigación dedicados al estudio de la diversidad acuática de la ZHA.

Temáticas de estudio

De las 171 referencias compiladas, el mayor número de trabajos pertenece a estudios de taxonomía (115) e historia natural (46), le siguen en su orden pesquerías (39), sistemática (21), biogeografía (6), acuicultura (5) y genética (figura 34 A). Este es el mismo patrón que en términos generales se presenta a nivel nacional (figura 34 B).

Figuras 34 A y B.
Número de documentos por líneas de investigación TX (taxonomía), HN (historia natural), PS (pesquerías), SIS (sistemática), BG (biogeografía), AC (acuicultura), GN (genética). A. ZHA, B. Incluye todas las zonas hidrogeográficas del país (Magdalena-Cauca, Caribe, Pacífico, Orinoco y Amazonas) teniendo en cuenta las publicaciones realizadas entre 1998 - 2006 (tomado de Maldonado-Ocampo y Usma (2006))



El mayor número de documentos es de taxonomía, al mismo tiempo el de mayor trayectoria, ya que éstos se iniciaron desde 1821 en la ZHA. Sin embargo, el mayor aporte en ésta temática se ha realizado en los últimos seis años, como resultado de 57 trabajos en el tema, similar a la producción de 58 trabajos realizados entre 1821 y 1999.

Así mismo, hasta comienzos de la década 1980 todos los trabajos en taxonomía (25 en total) fueron realizados por investigadores extranjeros y básicamente se concentraron en la descripción de especies nuevas y revisiones taxonómicas de grupos

específicos, realizadas con base en material colectado en la ZHA pero depositado en colecciones de museos extranjeros o enviadas por ictiólogos trabajando en Colombia a especialistas de los diferentes grupos en el ámbito mundial. El anexo 12 muestra los principales inventarios y estudios de peces realizados en la región sur de la Amazonia colombiana.

En descriptores de sistemática y biogeografía, es claro que han sido desarrollados por investigadores extranjeros, lo cual pone de manifiesto la falta de capacitación o interés en éstas temáticas por parte de los investigadores nacionales que trabajan en ictiología. Esto aplica también para los estudios genéticos, aunque con una dificultad adicional representada en los costos e infraestructura requerida para adelantar estos estudios, ya sea en genética de poblaciones, sistemática o filogeografía, temas fundamentales para direccionar acciones en el manejo de los recursos pesqueros comerciales (consumo y ornamental) y de gran importancia en la ZHA.

Uno de los descriptores que puede estar subvalorado en este análisis es el de acuicultura; diferentes universidades tanto privadas como públicas, así como institutos de investigación gubernamentales y corporaciones autónomas regionales, han realizado trabajos en ésta temática, pero desafortunadamente no se tuvo acceso a los resultados de esos procesos de investigación. No obstante, es clara la necesidad de avanzar en ésta temática teniendo en cuenta que la ZHA es de gran importancia en la producción pesquera del país, tanto en especies de consumo como ornamentales. Entre mejores paquetes tecnológicos se desarrollen para el manejo de estos recursos desde la acuicultura, mayores serán los beneficios para productores, consumidores y principalmente para las especies utilizadas, muchas de las cuales son extraídas del medio natural poniendo en riesgo sus poblaciones, como ha sido presentado en el *Libro rojo de peces de agua dulce de Colombia* de Mojica *et al.* (2002) para varias especies amazónicas.

Los descriptores tanto de historia natural como pesquerías están muy relacionados y tienen que ver con los estudios que se han llevado a cabo con las especies que son comercialmente explotadas, en su mayoría para consumo. Los mismos han estado enfocados en aspectos de la biología reproductiva y alimentaria. Las especies de peces de consumo representan la minoría de la riqueza íctica conocida para la ZHA, por lo tanto se desconocen los aspectos básicos de la historia natural para la mayoría de las especies de peces de la ZHA. A su vez, como lo menciona Maldonado-Ocampo y Usma (2006), “la mayoría de estudios en historia natural han sido puntuales tanto espacial como temporalmente y muchas veces son repetitivos al no enmarcarse en el conocimiento previamente obtenido por otros autores. Son escasos los estudios enfocados en escalas multitemporales y en el contexto geográfico de cuenca”.

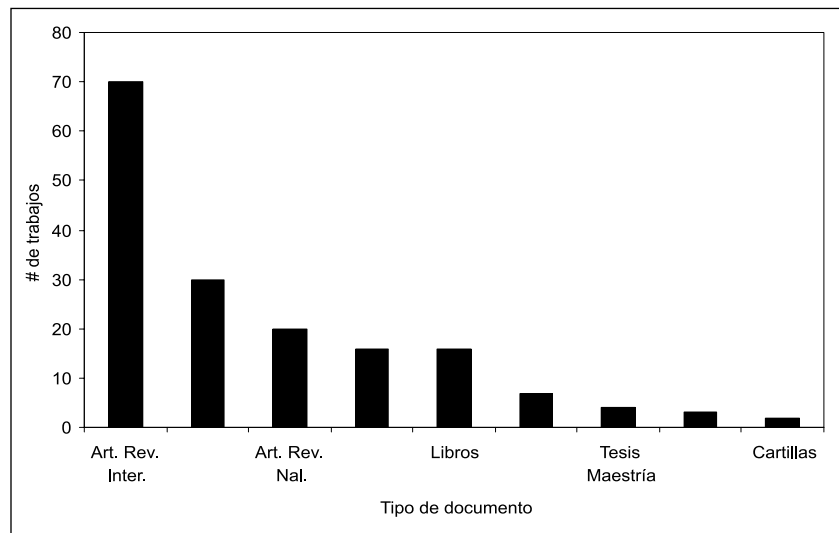
En las pesquerías ha sido clave el papel desempeñado por el Instituto Sinchi, quien desde hace varios años ha venido monitoreando esta actividad en los principales centros de acopio de la ZHA, especialmente en el área de influencia de Leticia.

Dichos resultados han sido compilados a través de diversos documentos, entre los cuales se resaltan aquellos publicados por Agudelo *et al.* (2000) y Salinas y Agudelo (2000). Igualmente se destaca el papel que el Incoder, en convenio con el ICN de la Universidad Nacional, viene desarrollando en peces ornamentales, con el fin de aclarar más rigurosamente cuáles son las especies que realmente están siendo explotadas tanto en la ZHA como en la Orinoquia. Finalmente el trabajo de la Fundación Tropenbos en el área del medio Caquetá es notorio, facilitando el desarrollo de varias tesis de pregrado así como la publicación de los resultados de varios años de investigación en trabajos como los de Rodríguez (1992, 1999).

Tipos de documentos

El mayor porcentaje de documentos (71,4%) está representado por artículos en revistas internacionales (70), tesis de pregrado (30) y artículos en revistas nacionales (20). El 28,6% restante están repartidos en las otras categorías con máximo el 10% cada una de ellas (figura 35).

Figura 35.
Número de trabajos por tipo de documento



De los 70 artículos publicados en revistas internacionales, que es la principal categoría de documentos, sólo cuatro han sido escritos por investigadores colombianos. Con esto se ve reflejada la poca capacidad de los investigadores nacionales para publicar los resultados de sus investigaciones en medios de amplia circulación y reconocimiento; la mayoría de información queda como literatura gris o inédita. Sólo 20 artículos relacionados con peces se han publicado en revistas nacionales a lo largo de más de un siglo de estudios en la ZHA.

Como ya ha sido reconocido por Maldonado-Ocampo (2004) para la zona hidrogeográfica de la Orinoquia y por Maldonado-Ocampo y Usma (2006) para la ictiofauna dulceacuícola del país, las tesis de pregrado son una de las herramientas

fundamentales para avanzar en el conocimiento puntual de nuestra ictiofauna. A través de éstas es que se han realizado los mayores aportes en cuanto al conocimiento de la riqueza íctica de la ZHA en los últimos años.

Cabe destacar el papel del ICN en asocio con el Imani y el Museo de Ciencias Naturales de España –CSIC- a través del proyecto *Peces de Leticia*, que han apoyado el desarrollo de alrededor de 10 tesis de pregrado, incrementando de manera significativa el conocimiento de los peces del área de influencia de esta ciudad. De igual forma y como se ha mencionado, las actividades de la Fundación Tropenbos en el área del medio Caquetá y recientemente en el área del PNN Amacayacu han sido importantes para el desarrollo de trabajos de tesis de pregrado.

El gran reto es plasmar esos valiosos resultados en publicaciones de más circulación nacional e internacional, ya que el mayor porcentaje de los mismos siguen depositados en las bibliotecas de las universidades y organizaciones financiadoras, dificultando el acceso a la información. Es clave que se apoyen los programas de las universidades regionales y se incentive a los estudiantes a que trabajen con temáticas que sean de importancia para la región en el ámbito de los recursos ícticos. Esta puede ser la forma más efectiva y económica de avanzar en el conocimiento de los peces, al tiempo que se responde con las necesidades propias de la ZHA.

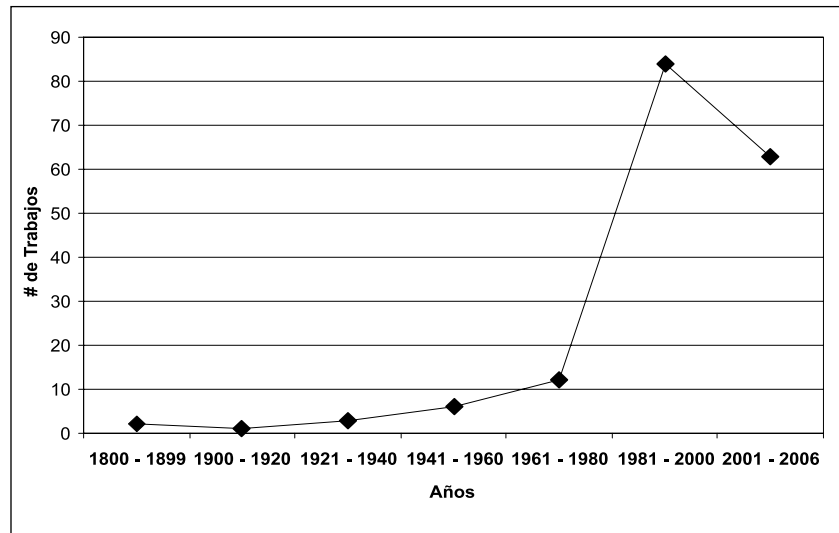
Plantear proyectos interinstitucionales a largo plazo permitirá la recopilación de información que podrá ser utilizada para la elaboración de tesis a nivel de maestría y doctorado, que como se puede observar son una carencia importante en la ZHA. Se requiere entender las relaciones e interacciones al interior de la gran red hídrica de la ZHA y de su ictiofauna acompañante si queremos desarrollar estrategias de manejo y conservación adecuadas a su realidad, por lo cual proyectos de investigación a nivel de maestría y doctorado en temáticas de ecología de comunidades, ecología de poblaciones, sistemática, genética y aspectos socioculturales asociados al manejo y aprovechamiento de los recursos pesqueros de la ZHA son una necesidad imperante.

Los libros, capítulos de libros y cartillas son escasos, por lo cual sería importante realizar compilaciones temáticas de la información gris dispersa en diversos documentos para apoyar la publicación de la misma a través de libros o capítulos de libros (Maldonado-Ocampo y Usma 2006). Las cartillas, que son el tipo de documentos con menor representación, son de vital importancia para dar a conocer al público en general, información relacionada con el tema de peces de la ZHA. Este mecanismo puede ser eficiente a la hora de acercar a las instituciones con la comunidad e incrementar el conocimiento de los peces de la ZHA, tal como se evidenció en la publicación *El conocimiento ancestral indígena sobre los peces de la Amazonia: los lagos de Yahuaraca*, de Yoni (2006), autor indígena.

Producción de documentos

Aunque el promedio anual desde 1900 hasta junio de 2006 es de 1,6 documentos relacionados con peces en la ZHA, es evidente que en las décadas de 1980 y 1990 el incremento ha sido significativo con relación a los años anteriores. La producción de documentos desde el año 2000 hasta junio de 2006 casi iguala la producción de las dos décadas anteriores (figura 36).

Figura 36.
Trabajos de investigación en peces de agua dulce en la ZHA en el periodo de 1800 – junio de 2006



La forma como ha evolucionado la producción de documentos de acuerdo a la temática de peces en la ZHA deja expectativas positivas frente al avance en el conocimiento de su ictiofauna. De hecho, el incremento en los últimos años, resultado de los procesos de investigación desarrollados por investigadores y estudiantes nacionales, es una evidencia clara de la mayor cantidad de personal que está trabajando o que está interesado en los peces de agua dulce en la ZHA.

Recomendaciones

A pesar de los avances registrados aún se requiere mayor esfuerzo de muestreo geográfico y temporal para avanzar en el conocimiento de la ictiofauna de la ZHA. Son claros los vacíos de información existente, pero a su vez estos brindan pautas para avanzar en su resolución. Como fue planteado por Maldonado-Ocampo y Usma (2006) para la ictiofauna nacional, igualmente aplicable a la ZHA, se debe establecer una estrategia interinstitucional concertada para equilibrar los intereses académicos, políticos, sociales, económicos y ambientales entorno a los peces dulceacuícolas de la región.

El fortalecimiento de la formación académica orientada a la preparación de profesionales en el estudio de peces es vital, por esto, debe incrementarse el tema de ictiología en los programas académicos tanto de las universidades regionales como nacionales en los niveles de pregrado y posgrados. Deben existir vínculos más estrechos entre la academia, ong, institutos de investigación, autoridades ambientales y el sector privado para desarrollar estrategias de trabajo y cooperación que reúnan esfuerzos económicos y técnicos en busca de objetivos comunes, esto con el fin de evitar la duplicidad de dichos esfuerzos, como ha sido evidente no sólo para la ZHA sino para el país en general. Se deben entonces aprovechar las fortalezas y no, por el contrario, incrementar las distancias entre estos sectores.

Es prioritario incentivar e incrementar la publicación de los resultados de los procesos de investigación adelantados sobre la ictiofauna de la ZHA. Tener conocimiento de lo que se está haciendo y qué se ha hecho, es la base para definir prioridades de investigación y a su vez evitar repetir esfuerzos en áreas que no lo requieren. Es tarea de la academia fortalecer estos procesos, así como de todos los interesados, además de gestionar los recursos disponibles para la publicación de dichos resultados.

Los resultados más importantes en años recientes en el conocimiento de la ictiofauna de la ZHA, dejan una enseñanza básica: no se tendrán logros significativos en la medida en que se hagan esfuerzos aislados e individuales por aliviar los vacíos de información existentes. La cooperación interinstitucional es la herramienta más eficaz para llenar esos vacíos una vez se dejen de lado los intereses particulares y se vele por alcanzar objetivos unificadores. Los recursos ícticos son claves en el bienestar social de las comunidades que habitan la ZHA, por eso el reto es conocer esos recursos ícticos a una velocidad mayor.



Pez ornamental
Geophagus sp.

2.5.7 La entomofauna de la región sur de la Amazonia colombiana

Mónica Ospina
Instituto Humboldt
Giovanny Fagua
Departamento de Biología
Pontificia Universidad Javeriana

Los insectos son organismos conspicuos, dominantes y ampliamente distribuidos en todos los ecosistemas terrestres, principalmente en los tropicales, donde son altamente diversos. Están organizados en alrededor de 30 órdenes dentro del Phylum Arthropoda y la Clase Insecta, de los cuales Heteroptera (chinches), Lepidoptera (mariposas y polillas), Coleoptera (cucarrones y escarabajos) e Hymenoptera (abejas, avispas y hormigas) son llamados órdenes *hiperdiversos* por su elevado número de especies.

Los insectos, además de diversificados taxonómicamente, son importantes desde el punto de vista ecológico, ya que exhiben diferentes hábitos, ocupan múltiples hábitats, establecen relaciones especie-específicas con numerosas plantas y otros animales, son elementos importantes en las cadenas tróficas y forman parte activa de numerosos procesos claves para el funcionamiento de los ecosistemas.

Muchos grupos de insectos están estrechamente relacionados con los humanos por diferentes razones: algunos grupos son usados como fuentes de alimento en forma directa o sus derivados o productos, principalmente por algunas comunidades indígenas; especialmente las mariposas y los cucarrones son productos potenciales de comercio y pueden ser utilizados como una fuente de ingresos para comunidades pequeñas. Otro grupo, entre los que se encuentran las abejas, tiene la función de polinizar plantas de importancia económica; sin embargo algunos grupos causan graves enfermedades, lo que ha abierto un especial campo de investigación en la entomología médica y finalmente, se encuentran aquellos que son plagas de cultivos, causando serios problemas relacionados con el aprovechamiento de los sistemas productivos.

A pesar de su alta diversidad, la región neotropical es tal vez la más inexplorada y desconocida; en general Brasil y Colombia son los países más ricos en especies de insectos, lo que puede relacionarse en primer lugar con la extensión y complejidad de ecosistemas, y en segundo con que Perú y Bolivia están aún muy pobremente estudiados en la materia, al igual que muchas regiones de Colombia. Existen pocas colecciones de referencia de estos grupos en suramérica y hay pocos entomólogos residentes, trabajando activamente en aspectos de su biología en el neotrópico.

En Colombia, los inventarios y estudios taxonómicos en insectos se intensificaron a partir de la segunda mitad del siglo XX, generando claros avances al respecto. Sin embargo, la mayor parte de estudios continúan siendo en taxonomía de la mayoría de los grupos y listados de especies sistemáticos preliminares. El objeto principal de este documento fue determinar el estado actual del conocimiento de las comunidades, poblaciones y especies de abejas y hormigas en la región sur de la Amazonia colombiana.

Producción bibliográfica

Fueron encontrados y revisados un total de 80 documentos que se agrupan en trabajos de pregrado, tesis de postgrado, informes técnicos, libros, capítulos en libros, artículos en publicaciones periódicas y resúmenes en congresos, encuentros, talleres, simposios y otros.

Los temas abordados en los trabajos son taxonomía y sistemática, historia natural, genética, biogeografía, ecología y uso. El mayor porcentaje de trabajos se enfoca hacia la taxonomía (86%); el 8% se refieren a historia natural de especies o grupos y en el porcentaje restante (6%) se agrupan trabajos tendientes al análisis de usos de especies principalmente como polinizadores o para usos medicinales, alimenticios o biocomercio.

En un sentido amplio, la mayoría de trabajos están enfocados en aspectos de composición de las comunidades mientras que los estudios de estructura y función son pocos (3%). Este enfoque puede deberse a la amplia diversidad del grupo y la existencia de pocos especialistas, por lo que los trabajos que se están haciendo se encuentran en fases descriptivas. El desconocimiento de los insectos es un patrón general que se da incluso a nivel mundial, lo que hace que mucho trabajo aún se centre en la taxonomía.

Las universidades han sido las instituciones en donde se han realizado el mayor número de trabajos, principalmente la Universidad Nacional de Colombia, la Universidad de Los Andes y la Universidad Javeriana, en su orden, lo que explica que la mayoría de trabajos en insectos del sur de la Amazonia correspondan a trabajos de pregrado. Las instituciones que han elaborado mayor número de informes técnicos son el Instituto Humboldt y la UAESPNN. Los artículos científicos han sido publicados principalmente en revistas nacionales y corresponden al 13,5% del total.

En la región, la mayoría de los trabajos se han limitado a inventarios de algunos grupos de insectos con fines taxonómicos, en especial en áreas protegidas. La información generada ha servido para complementar listados de especies, pero en general, se encuentra dispersa y sin publicar, entre otras causas, porque sus datos no han sido terminados de procesar.

En 1992, como parte de las actividades de conmemoración de los 500 años del descubrimiento de América, la Agencia de Cooperación Iberoamericana coordinó una expedición entre el ICN de Colombia y el Museo de Historia Natural y la Universidad Complutense de Madrid (España), a la zona norte del PNN Serranía de Chiribiquete. El inventario de insectos fue realizado especialmente para mariposas, cucarrones, escarabajos e himenópteros, principalmente hormigas. Estas muestras están depositadas en la colección entomológica del ICN. Existe una edición especial de la Revista del Sistema de Parques Nacionales de Colombia en la que se presentan los resultados de

la expedición, aunque no incluyen datos de hormigas. Los resultados completos se presentaron en un informe técnico pero en forma muy general, con análisis a nivel de órdenes, familias y subfamilias.

También han sido inventariados insectos en la Estación Primatológica Caparú, sobre el río Taraira, afluente del Apaporis, en el departamento de Vaupés, en límites con el departamento de Amazonas. Los inventarios han sido realizados por investigadores de diferentes instituciones, entre ellas la Universidad Nacional y la Universidad Javeriana. Los resultados de estas expediciones se encuentran en informes técnicos.

La Fundación Puerto Rastrojo y el Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental – GEMA- del Instituto Humboldt, en el marco del proyecto *Caracterización del PNN Serranía de Chiribiquete*, realizaron cuatro expediciones a la zona sur del parque entre 1999 y 2000. Utilizando la metodología propuesta por el GEMA para la caracterización rápida de ecosistemas usando grupos indicadores, se muestrearon mariposas, escarabajos coprófagos, hormigas y abejas. Los datos han sido parcialmente analizados más no todos publicados (Fernández 1996).

El Instituto Humboldt, en asocio con la Universidad de Kentucky y el Museo de Historia Natural de Los Angeles County en Estados Unidos, y con la financiación de la National Science Foundation –NSF-, adelantó el proyecto *Diversidad de insectos en Colombia* entre 2000 y el 2005. Se muestrearon insectos con trampas Malaise, Pitfall y Winkler durante tres años consecutivos (2001-2004, una muestra cada 15 días) en los PNN Amacayacu (Amazonas) y La Paya (Putumayo) y en la Estación Primatológica Caparú (Vaupés). Estas muestras han sido revisadas y analizadas por separado por diferentes especialistas en taxonomía.

En la revisión de la literatura se encontraron en general más especies registradas para el departamento de Amazonas, seguido por Caquetá y finalmente Putumayo. La mayoría de las especies registradas simultáneamente en los departamentos Amazonas y Caquetá corresponden a registros de la región de Araracuara, localidad limítrofe entre ambos departamentos, pero en realidad corresponde a un área puntual en la región.

Los números de especies para muchos grupos son realmente bajos para una región tan vasta como la Amazonia colombiana, en donde predomina un ecosistema muy diverso como el bosque húmedo tropical. El anexo 13 presenta el listado de abejas para la región sur de la Amazonia colombiana.

En los departamentos de Caquetá y Putumayo el Grupo GEMA realizó tres caracterizaciones biológicas en ecosistemas ubicados en la vertiente oriental de la cordillera Oriental: Territorio Kofan (municipio de Orito) y Serranía de Los Churumbelos (Putumayo) y en el Territorio Inga (municipio San José de Fragua, Caquetá). En las tres localidades fueron muestreadas mariposas, hormigas y escarabajos coprófagos.

Estos trabajos pueden servir de referencia, porque a pesar de ser colectada en zona de piedemonte, esta fauna tiene componentes amazónicos importantes. Los resultados están consignados en informes técnicos (GEMA 1999, 2000).

El bajo número de especies registradas para el sur de la Amazonia colombiana en la mayoría de grupos refleja la falta de conocimiento de la entomofauna en la zona y la escasez de publicaciones sobre los trabajos realizados. En todo caso, la mayoría de estos han estado enfocados en taxonomía y no en aspectos ecológicos, razón por la cual es poco lo que se sabe sobre las poblaciones y estructura de las comunidades en la zona.



2.6 Microorganismos

Clara Patricia Peña-Venegas,
Gladys Inés Cardona Vanegas
Intituto Sinchi

Los microorganismos – denominados así por su tamaño pequeño, casi imperceptibles a simple vista – de acuerdo con los estudios moleculares de su filogenia, están actualmente clasificados en tres grandes dominios: bacteria, arquibacteria y eucaria. En esta clasificación no se incluyen los virus, los cuales sólo se consideran seres vivos cuando están dentro de una célula receptora y se reproducen. Una clasificación menos ortodoxa, pero más práctica de los microorganismos, permite ordenarlos según su tamaño, hábitos de vida y características propias. Según esta clasificación, los microorganismos se pueden agrupar en virus, bacterias, actinomicetos y hongos, aunque algunos autores incluyen también las algas, los protozoos y los nemátodos como microorganismos.

Para tener un punto de partida en el establecimiento de la diversidad de los microorganismos, Truper (1992) afirma que podrían existir en el mundo aproximadamente entre 1 y 1,5 millones de especies de hongos y aproximadamente 3 millones de especies bacterianas, que en su gran mayoría no son cultivables. De acuerdo con estas cifras, los microorganismos constituyen aproximadamente el 15% del total de especies de organismos vivos del planeta. Sin embargo, son uno de los grupos menos conocidos. Para el caso de los hongos, los cálculos sugieren que de los 1,5 millones de probables especies, sólo 70.000 han sido descritas, restando el 95% por describir (Borneman y Hartin 2000). Para el caso de las bacterias, tan sólo el 10% de éstas han sido cultivadas y sólo 5.000 especies de bacterias han sido adecuadamente descritas (Lee *et al.* 1996).

No sólo se ignora la diversidad de microorganismos en el mundo, sino que el conocimiento de los mismos se encuentra sectorizado para unas regiones del mundo más que para otras. Lodge *et al.* (1996) al explorar desde 1963 la base de datos mundial de investigaciones sobre microorganismos BIOSIS, resalta que sólo se han publicado 96 referencias para suelos tropicales, mientras que hay 2.411 referidas a suelos templados. Los estudios en biodiversidad microbiológica en Colombia no son la excepción, pues investigaciones en este tema para ecosistemas especiales como la Amazonia es muy limitada.

La biodiversidad de las especies se estima a través de los inventarios y colecciones existentes. De acuerdo con el *World Data Centre for Microorganisms* – WDCM, existen en el mundo 462 colecciones de microorganismos en 62 países. Las más numerosas corresponden a las bacterias con aproximadamente 500.000 representantes, seguidas por las de hongos con 350.000 ejemplares (WDCM 2005). Colombia sólo cuenta con una colección de bacterias reconocida a nivel mundial, conservada por el Centro de Investigaciones en Agricultura Tropical – CIAT – en Palmira, que reúne 5.090 cepas

de bacterias fijadoras simbióticas de nitrógeno de todas las regiones de Colombia (Massae 2001). Otras colecciones importantes de microorganismos son las colecciones de bacterias y hongos patógenos humanos del Instituto Nacional de Salud (Liévano 2002) y la colección de hongos Agaricales y Boletales del Herbario de la Universidad de Antioquia (SIB 2005), aunque en éstas son pocos los ejemplares provenientes de los departamentos de Amazonas, Caquetá o Putumayo.

Para los departamentos de Amazonas, Caquetá y Putumayo, aunque mínimos, se han logrado algunos avances en el conocimiento de los microorganismos de la región, los cuales se presentan a continuación.

Virus

Este es el grupo de microorganismos menos estudiado en la región. Los trabajos realizados buscan identificar agentes patógenos humanos, de animales y plantas (Colciencias 2005), limitando la investigación al diagnóstico, por lo que se desconoce su diversidad.

Bacterias

Bacterias de ambientes terrestres

Este grupo, junto con el de los hongos, ha sido el mejor estudiado. Un aporte importante es el estudio de bacterias que participan en los ciclos de mineralización del suelo. El Instituto Sinchi ha estudiado bacterias edáficas como las solubilizadoras de fosfatos, y reporta que el 5,5% de los aislamientos tienen capacidad solubilizadora (Useche 2003). Dentro de las bacterias solubilizadoras de fosfatos reportadas para el sur del trapecio amazónico, la mayoría corresponde a bacilos gran negativos de los géneros *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Enterobacter* y *Chromobacterium*.

Las bacterias simbiotes fijadoras de nitrógeno es un grupo bacteriano con importancia agronómica. Para su estudio, en el sur del trapecio amazónico, desde 1996 el Instituto Sinchi ha evaluado leguminosas nativas en diferentes coberturas (bosques, rastrojos, chagras y potreros) que se asocien a estas bacterias y fijen efectivamente nitrógeno. Se ha encontrado que sólo el 40,5% de las especies colectadas establecen nódulos fijadores. Aún cuando estas bacterias coevolucionan con su planta huésped, la bacteria tiende a perderse fácilmente cuando no está asociada a la planta. El proceso de tala y quema del bosque natural presumiblemente contribuye a la desaparición de la bacteria simbiote. Muestras realizadas en la comunidad del kilómetro 6 en el municipio de Leticia, muestran que leguminosas de zonas con quemadas frecuentes, limpiadas permanentes y alta intervención antrópica no presentan simbiosis, mientras zonas anexas donde las tumbas han sido fraccionadas y se han realizado pocas quemadas, sí presentaban nódulos fijadores.

La biodiversidad bacteriana de la región no sólo determina en buena parte la fertilidad de los suelos amazónicos; también hace parte de procesos tradicionales de manejo de alimentos de comunidades indígenas de la región como los Ticuna. Un ejemplo es el proceso de elaboración de la fariña, base de la alimentación en la Amazonia. La fariña, es el nombre dado a un producto granulado de color blanco a amarillo, crocante y de sabor característico, que se obtiene a partir de la maduración y posterior deshidratación de la yuca. La maduración es bioquímicamente un proceso de fermentación heteroláctica, en la cual intervienen dos bacterias que hacen parte de la flora natural del tubérculo: un *Lactobacillus* y una bacteria de la familia Enterobiaceae. Estas bacterias toman el almidón de la yuca y lo transforman en nuevas moléculas aromáticas, que le dan el sabor y el olor característico a la fariña (Peña-Venegas 2005).

Bacterias de ambientes acuáticos

Las bacterias en ambientes acuáticos son un recurso componente del plancton y sirven como indicadores de calidad de las aguas. Un trabajo llevado a cabo por el grupo de Microbiología Acuática de la Fundación Universidad Jorge Tadeo Lozano, basado en el estudio de la abundancia, biovolumen y biomasa bacteriana en el río Caquetá, el lago Boa y su plano de inundación, así como el río Metá (Caquetá Medio), estimó que la densidad bacteriana del río Caquetá en la zona de muestreo fue de $2,5 \times 10^9$ bacterias por litro mientras que en el lago Boa estuvo entre 4 y 5×10^9 bacterias por litro, dependiendo de la profundidad muestreada. Estos datos indican una alta actividad bacteriana en los ecosistemas acuáticos, lo cual puede incidir en la productividad misma de los sistemas.

Actinomicetos

En el sur del trapecio amazónico colombiano, Cardona (2004) realizó un trabajo pionero en la evaluación de la diversidad de actinomicetos en suelos, bajo tres coberturas vegetales (bosques, pastizal y rastrojo) y dos profundidades, por aislamiento en placas de agar y técnicas moleculares (Análisis de restricción de amplificados del ADNr 16S – ARDRA). El análisis de cultivo mostró diferencias significativas en la abundancia de la comunidad entre las coberturas evaluadas y las dos profundidades; se obtuvieron valores de diversidad fenotípica similares para las tres coberturas, aunque mayor para los bosques. Según la identificación morfológica, la comunidad de actinomicetos de la zona se encuentra compuesta por seis géneros, *Streptomyces* el más representativo, seguido por *Nocardia*, *Agromyces*, *Microbispora*, *Nocardiopsis* y *Sacharomonospora*. En el análisis genético de la comunidad total, cada cobertura se caracterizó por un patrón de ARDRA específico. Los resultados mostraron que perturbaciones en la cobertura natural influyen sobre la abundancia y diversidad de actinomicetos. Técnicas moleculares como ARDRA proporcionan un método rápido para evaluar la diversidad de esta comunidad edáfica y monitorear fluctuaciones en las comunidades microbianas estudiando patrones de bandedo.

Dentro de los actinomicetos, especies del género *Frankia* se caracterizan por ser fijadores simbióticos de nitrógeno con especies vegetales no leguminosas. Este género ha sido registrado en el Amazonas brasileño y venezolano (MBG 2002). Para la Amazonia colombiana, y de acuerdo con los registros botánicos del Herbario COAH, ninguna de las especies vegetales huésped de *Frankia* ha sido encontrada en la región, por cuanto este género no ha sido aislado aún en la zona.

Hongos

Hongos de hábitat terrestre

Los hongos se clasifican según el tamaño de sus órganos de reproducción como macromicetos (hongos que forman estructuras macroscópicas como las setas y las orejas de palo) o micromicetos (hongos que forman estructuras microscópicas como los mohos y las royas).

El grupo de macromicetos más estudiado en la región es el de los Agaricales en Chiribiquete, Caquetá (Sánchez 2003), donde se identificaron 103 especies (24 especies y 79 morfoespecies) correspondientes a 28 géneros (tabla 44).

<i>Agaricus griseorimosus</i>	<i>Genorrema</i> sp.	<i>Marasmius</i> sp.
<i>Collybia</i> sp.	<i>Genorrema icterinum</i>	<i>Marasmius helvolus</i>
<i>Collybia trinitatis</i>	<i>Gleocantharellus</i>	<i>Marasmius tageticolor</i>
<i>Collybia dryophila</i>	<i>Hemimycena</i> sp.	<i>Marasmius haedinus</i>
<i>Coprinus</i> sp.	<i>Hydropus</i> sp.	<i>Marasmius hinnuleus</i>
<i>Cudemansiella</i> sp.	<i>Hygrocybe</i> spp. <i>Hygrocybe occidentalis</i>	<i>Nolanea permutata</i>
<i>Cystoderma</i> sp.	<i>Hygrocybe trintensis</i>	<i>Phaeocollybia</i> sp.
<i>Entoloma</i> sp.	<i>Inopilus</i> sp.	<i>Phaeomarasmius</i> sp.
<i>Entoloma sparsicystis</i>	<i>Inopilus bombycinus</i>	<i>Pseudohiatula</i> sp.
<i>Eutoloma staurosporum</i>	<i>Inopilus dennisii</i>	<i>Psilocybe</i> sp.
<i>Entoloma neoturbidum</i>	<i>Lactarius fragilis</i>	<i>Rhodocollybia</i> sp.
<i>Entoloma pnebrevisporum</i>	<i>Leptonia caeruleocapitata</i>	<i>Russula brevipes</i>
<i>Eutoloma bakeri</i>	<i>Leucocoprinus fragilissimus</i>	<i>Tricholoma</i> sp.
<i>Fayodia</i> sp.	<i>Leucocoprinus venezuelanus</i>	<i>Trogia</i> sp.
<i>Gallerina</i> sp.	<i>Marasmiellus</i> sp.	<i>Xerula</i> sp.
	<i>Marasmiellus dealbatus</i>	

Tabla 44.
Hongos
agaricales
identificados
para la región de
Chiribiquete

Fuente: Tomado de Sánchez 2003

Algunos hongos se asocian con algas para formar líquenes. Colombia es el país con mayor riqueza en hongos liquenizados. A la fecha se conocen 1.520 especies de 70 familias, 77% de las cuales han sido reportadas en páramos, pero para la región amazónica hay pocas exploraciones y reportes de hongos formadores de líquenes (Chaparro y Aguirre 2002). Uno de los pocos trabajos en este grupo de hongos en la Amazonia colombiana

es el de Sipman (1990), quien estudió los líquenes sobre las hojas de los árboles en la región de Araracuara y encontró 136 especies de las 350 conocidas para el mundo, de las cuales 42 eran primeros reportes para Colombia (tabla 45). Además se encontraron 46 especies indeterminadas, que pudieran ser especies no descritas o insuficientemente conocidas. La abundancia de líquenes sobre hojas de árboles en la región de Araracuara superó los reportes que se obtuvieron para bosques similares en las Guayanas.

Tabla 45.
Especies de hongos formadores de líquenes reportados para la Amazonia colombiana

Especies		
<i>Anisomeridium foliicola</i>	<i>C. phullogena</i>	<i>Microtheliopsis uleana</i>
<i>Arthonia accolens</i>	<i>C. puiggari</i>	<i>Phyllobathelium epiphyllum</i>
<i>A. aciniformis</i>	<i>Chroodiscus coccineus</i>	<i>Phyllophiate alba</i>
<i>A. calamicola</i>	<i>Coccocarpia epiphylla</i>	<i>Phylloporis obducta</i>
<i>A.mira</i>	<i>C. stellata</i>	<i>P. phyllogena</i>
<i>A. obesa</i>	<i>C. tenuissima</i>	<i>P. platypoda</i>
<i>A. trilocularis</i>	<i>Cryptothecia candida</i>	<i>Porina epiphylla</i>
<i>Aspidothelium fugiens</i>	<i>Dimerella dilucida</i>	<i>P. fulvella</i>
<i>Aulaxina microphana</i>	<i>D. epiphylla</i>	<i>P. imitatrix</i>
<i>A. minuta</i>	<i>D. fallaciosa</i>	<i>P. leptosperma</i>
<i>A. opegraphia</i>	<i>D. hypophylla</i>	<i>P. limbuleta</i>
<i>A. quadrangula</i>	<i>Echinoplaca affinis</i>	<i>P. pseudofulvella</i>
<i>Bacidia apiahica</i>	<i>E. argentata</i>	<i>P. rubentior</i>
<i>B. consimilis</i>	<i>E. diffluens</i>	<i>P. rufula</i>
<i>B. palmularis</i>	<i>E. heterella</i>	<i>Raciborskiella janeirensis</i>
<i>B. psychotriae</i>	<i>E. intercedens</i>	<i>Sporopodium lepreurii</i>
<i>B. stanhopeae</i>	<i>E. pellicula</i>	<i>S. phyllocharis</i>
<i>Badimia dimidiata</i>	<i>Gyalectidium filicinum</i>	<i>S. xantholeucum</i>
<i>B. tuckermannii</i>	<i>Lasioloma arachnoideum</i>	<i>Stirtinia sprucei</i>
<i>Bysssolecania deplanata</i>	<i>Lecidea trailiana</i>	<i>Strigula complanata</i>
<i>B. fumosonigricans</i>	<i>Loflammea flammea</i>	<i>S. elegans</i>
<i>Byssoloma aeruginascens</i>	<i>L. gabrielis</i>	<i>S. maculata</i>
<i>B. leucoblepharum</i>	<i>Mazosia melanophthalma</i>	<i>S. melanobapha</i>
<i>B. subdiscordans</i>	<i>M. phyllosema</i>	<i>S. nemathora</i>
<i>B. subpolychromun</i>	<i>M. pilosa</i>	<i>S. subtilissima</i>
<i>B. tricholomum</i>	<i>M. praemorsa</i>	<i>Tricharia hyalina</i>
<i>Calenia conspersa</i>	<i>M. pseudobambusae</i>	<i>T. santessoniana</i>
<i>C. submaculans</i>	<i>M. rotula</i>	<i>T. urceolata</i>
<i>Caleniopsis laevigata</i>	<i>M. rubropunctata</i>	<i>Trichothelium annulatum</i>
<i>Calopadia fusca</i>	<i>M. tumidula</i>	<i>T. epiphyllum.</i>

Fuente: Tomado de Sipman 1990

Los hongos microscópicos más estudiados en la región, son los formadores de la simbiosis micorriza arbuscular. Esta asociación planta-hongo permite que la planta movilice mayor cantidad de fósforo, micronutrientes y agua, y mejore sus condiciones de crecimiento. Colombia ha realizado grandes aportes al mundo en el conocimiento de nuevas especies de este grupo de hongos: siete especies de *Acaulospora*, dos de *Entrophospora* y dos de *Glomus* (Schenck y Pérez 1988). Para la región amazónica colombiana se han registrado cinco de los seis géneros existentes: *Glomus*, *Acaulospora*,

Scutellospora, *Archaeospora* y *Gigaspora* (Restrepo *et al.* 1993, Arcos 2003, Sinchi 2006). *Glomus* es el género más representativo de los suelos de la región, seguido por *Acaulospora*. Los demás géneros aparecen en menor proporción y con menor diversidad.

La base de datos del Instituto Sinchi registran 19 especies para los departamentos de Amazonas, Caquetá y Putumayo: *Acaulospora foveata*, *A. rehmi*, *A. tuberculata*, *A. morrowiae*, *A. mellea*, *Entrophospora colombiana*, *Gigaspora* sp., *Archaeospora leptoticha*, *Scutellospora pelucida*, *S. spinosissima*, *Glomus brohultii*, *G. intraradices*, *G. glomerulatum*, *G. rubiformis*, *G. sinuosum*, *G. microaggregatum*, *G. manihotis*, *G. viscosum*, y *G. tortuosum*. A este inventario se debe incluir los reportes hechos por Pinto (1993) en la zona de Araracuara, Caquetá, quien con el apoyo de Saif, registró a *Glomus macrocarpus*, *G. multicaulis*, *G. fasciculatum*, *G. mosseae*, *G. pachycaulis* y *G. rubiformis*.

De acuerdo con esta fuente, la Amazonia colombiana podría tener el 20% de la diversidad mundial de estos hongos (Peña-Venegas *et al.* 2004), si se tiene en cuenta que para todo el mundo no se han descrito más de 150 especies.

Para el sur del trapecio amazónico se han descrito hongos solubilizadores de fosfatos de calcio de los géneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Paecilomyces* y *Scytalidium* (Cabrera 2000), y *Moniliella*, *Mortierella* y *Scopulariopsis* (Useche 2003). Cabrera (2000) también incluyó el aislamiento de hongos celulolíticos y quitinolíticos, logrando recuperar especímenes celulolíticos de los géneros *Aspergillus*, *Beauveria*, *Chaetomium*, *Clonostachys*, *Fusarium*, *Lentinus*, *Penicillium*, *Poria*, *Trichoderma* y *Verticillum*, y especímenes quitinolíticos de los géneros *Beauveria*, *Gliocladium*, *Metharizium*, *Penicillium* y *Trichoderma*.

Hongos de hábitat acuático

Los hongos acuáticos de la región amazónica no han sido muy estudiados. Un trabajo reciente es el realizado por Beltrán-Tolosa (2003), que estudiando hongos asociados a hojarasca de una quebrada de aguas negras en el sur del trapecio amazónico, aisló 34 especímenes, en los cuales se identificaron las especies *Aspergillus niger*, *Acremonium* sp., *Beltrania rhombica*, *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Geotrichum* sp., *Idriella* sp., *Mucor* sp., *Penicillium* sp., *Pestalotia* sp. y *Trichoderma* sp.

Estudios a través de técnicas moleculares

Los registros de especies y géneros de los trabajos hasta aquí citados, se han basado en técnicas de laboratorio tradicionales que incluye la observación directa de especímenes y sus características, el aislamiento y mantenimiento de estos en medios de cultivo, y en algunos casos la reacción a pruebas bioquímicas. Por esta metodología sólo se

recupera el 1% de los microorganismos, y este es el pequeño grupo que ha sido descrito (Fredrickson y Balkwill 1998). En los últimos años el uso de técnicas moleculares basadas en el análisis de la fracción del ADN ribosomal correspondiente a la sub-unidad 16S denominada 16S ADNr para las bacterias y a la sub-unidad ITS/18S del ADN ribosomal para los hongos, ha permitido aproximarse a la diversidad real de microorganismos.

Casi todos los grupos de investigación que trabajan con microorganismos en Colombia aplican técnicas moleculares en sus investigaciones, ubicando al país a nivel de otros con recurso humano preparado. Sin embargo, las pocas fuentes de financiación para estos estudios y su alto costo, no permite que sean implementados de rutina. En la región amazónica, el Instituto Sinchi es pionero en el uso de técnicas moleculares para el estudio de microorganismos amazónicos en diferentes ambientes, logrando entender el papel que éstos juegan en el ambiente. El avance de las técnicas moleculares permitirá en un futuro muy cercano conocer en forma real la diversidad de microorganismos que posee la región.

Síntesis

La diversidad de microorganismos en Colombia y la región sur de la Amazonia es poco conocida. Se presume una alta diversidad, acorde con la diversidad de otros organismos y ambientes en la región. La zona más estudiada ha sido el sur del trapecio amazónico, por la facilidad logística y presencia de instituciones como el Instituto Sinchi y la Universidad Nacional. La mayor parte de los estudios ha sido con hongos, con colectas realizadas por diferentes instituciones y universidades. Algunos estudios ingresan los especímenes aislados en bancos o colecciones de alguna institución, generalmente la patrocinadora del estudio. No existe una colección regional de microorganismos reconocida, y por tanto parte de esta diversidad existe en diferentes colecciones cuyo acceso es restringido o limitado.

Para establecer la diversidad de microorganismos en la región, se requiere centralizar la información y crear bancos y colecciones sistematizadas y debidamente mantenidas. Es importante que los muestreos tengan metodologías similares e incluyan datos de georeferenciación, así como aunar esfuerzos para realizar colectas en lugares y ambientes poco conocidos que permitan un mejor y más rápido conocimiento de la biodiversidad. Estas directrices permitirán crear mecanismos y políticas que custodien los recursos biológicos contra la biopiratería, así como promover que las industrias nacionales y regionales hagan un mayor uso del recurso a través de la biotecnología y la bioprospección, dando así un mayor valor a la biodiversidad.

2.7 Estado de la investigación en recursos fitogenéticos en el sur de la Amazonía colombiana

José Leonardo Bocanegra Silva,
Juan Diego Palacio Mejía
Instituto Humboldt

El conocimiento de la diversidad biológica asociada al uso, es una oportunidad de comprender cómo la relación del hombre con la naturaleza, ha generado, en muchos casos, una mayor riqueza biológica en el medio natural y, en el hombre, una invaluable riqueza cultural.

Antes de definir qué son los recursos fitogenéticos, es necesario comprender su origen. Cuando las comunidades locales hacen uso de los elementos de la flora y la fauna que les ofrece la naturaleza, comienza una relación de ensayo y error de las propiedades de estos recursos. Producto del ensayo se van seleccionando los recursos más promisorios, algunos de los cuales se siguen aprovechando en su estado natural, mientras que otros son llevados a sistemas productivos en los que, de manera paciente, tras cada ciclo de cosecha, se selecciona el mejor material de siembra para el siguiente ciclo. Así sucesivamente al cabo de muchas generaciones, y miles de años en algunos casos, se genera variabilidad en el recurso biológico y un legado de conocimiento tradicional asociado a él. Este proceso de evolución dirigida por el hombre se llama *domesticación*, donde los procesos de selección paciente y curiosa generan un acervo genético del cual depende la supervivencia de la comunidad.

Los países andino-amazónicos tienen una cultura agrícola que data de 4.500 ó 5.000 años AC., legado de la diversidad de ambientes, cultivos y culturas (Jiménez 2002). Para el caso amazónico, el abanico de configuraciones vegetales y animales originadas, es producto de los procesos de especiación que se convirtieron en la base genética empleada por las diferentes etnias habitantes de la región para el desarrollo de la agrobiodiversidad, a partir de actividades de domesticación realizadas durante varios milenios (Vélez y Vélez 1992).

En un contexto amplio, a los componentes de los sistemas productivos se les ha llamado *agrobiodiversidad* y se han dividido en *recursos zoogenéticos* (fauna) y *recursos fitogenéticos* (flora). Los recursos fitogenéticos -RFG- se definen como aquellas especies vegetales que tienen o pueden tener un potencial de uso, especialmente el que contribuye a la seguridad alimentaria. No todos los elementos constituyentes de los agroecosistemas tienen el mismo grado de domesticación, esto depende de factores sociales y biológicos. Por estar asociados íntimamente a los sistemas productivos en los que se desarrollaron, debe enfocarse la conservación y conocimiento de estos ecosistemas para perpetuar su potencial de uso. Debido a la riqueza de flora que albergan los bosques amazónicos, es prioritario que se amplie el conocimiento de estos recursos y se vuelvan un factor de desarrollo sostenible.

Este diagnóstico solo incluye el conocimiento generado por investigadores formales, pero no el conocimiento de las comunidades tradicionales, salvo en aquellos casos donde las investigaciones los registran. En ese sentido, cuando se habla de conocimiento, es referido aquel disponible en algún medio que puede ser distribuido y queda por fuera el legado del conocimiento tradicional, que se transmite generalmente por vía oral.

Fases del conocimiento de los recursos fitogenéticos de la región sur de la Amazonia colombiana

Los exploradores

Los primeros trabajos sobre el conocimiento de los recursos fitogenéticos amazónicos se realizaron en el marco de los inventarios florísticos efectuados por diferentes expedicionarios botánicos. Alexander von Humboldt dejó testimonio de su paso por la Amazonia en su libro *Del Orinoco al Amazonas*. Luego, con el desarrollo de la Real Expedición Botánica, el sabio Francisco José de Caldas hizo registros de la flora amazónica, y posteriormente, en la primera mitad del siglo XX, José Cuatrecasas realizó otras expediciones botánicas a la región. Pero sólo hasta los trabajos de Richard Evans Schultes a mediados de la década de 1940, sobre la etnobotánica de las plantas amazónicas, se le da un reconocimiento a la importancia del uso. Schultes fue el primero en revelar cómo las plantas psicoactivas y tóxicas tocaban cada aspecto de la vida de los indígenas Kofán de la Amazonia colombiana, y el uso de un sinnúmero de recursos vegetales dentro de sus rituales religiosos y prácticas médicas. A partir de esta época se comienza a resaltar la potencialidad de esta región respecto a recursos y conocimiento tradicional. Los trabajos de Schultes fueron complementados por Hernando García-Barriga y Enrique Pérez Arbeláez.

Las instituciones

Posterior al trabajo de los exploradores, que dejaron un valioso legado, a finales del siglo pasado se fue desarrollando un entorno institucional encargado de la investigación amazónica. Fue así como la Universidad Nacional de Colombia estableció una sede en Leticia y en Florencia, se constituyó la Universidad de la Amazonia con el propósito de hacer investigación y docencia en esta región. La investigación contó además con la formación de la Corporación Araracuara, que mediante la Ley 99 de 1993 se convirtió en el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - Sinchi (Instituto Sinchi), quién tiene por objeto la realización y divulgación de estudios e investigaciones científicas de alto nivel relacionados con la realidad biológica, social y ecológica de la región. En términos de recursos fitogenéticos, el Instituto Colombiano Agropecuario –ICA- instauró bancos de germoplasma en el Centro de Investigación Macagual, que posteriormente pasaron a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria –Corpoica-. También han tenido un papel fundamental las ong, algunas de ellas con ayudas internacionales, que han realizado aportes importantes a la investigación en RFG amazónicos.

El conocimiento de los recursos fitogenéticos

En la actualidad los sistemas de conocimiento de los RFG responden a dos estrategias: 1) el conocimiento desarrollado en los sistemas productivos de las comunidades, y 2) el conocimiento generado a partir de los bancos de germoplasma de RFG de importancia económica. Según Marín *et al.* (2005), las comunidades o asentamientos poblacionales asociados a los RFG han desarrollado una cosmovisión integral en la convivencia sostenible con su entorno respecto al potencial de uso y conservación. Este conocimiento ha sido vinculado dentro de las investigaciones sobre aspectos de uso de singular interés, como los venenos para flechas y para pesca, medicinas, usos ceremoniales y diversos alucinógenos, narcóticos, estimulantes y alimentos.

El valor de uso ha sido determinante en el flujo de especies dentro del bosque natural y los sistemas productivos, así como las características y propiedades de algunas especies promisorias desde el punto de vista alimenticio, cultural, maderable o forrajero (López *et al.* 1997). Cabe destacar que el valor de uso de las especies, los ecosistemas, y por ende el de los RFG, en todos los grupos sociales no son iguales. Los colonos poseen una visión de producción intensiva, y en lugar de conservar, presionan los recursos generando procesos de erosión genética (Marín *et al.* 2005). El asistencialismo en los sistemas de producción agrícola, la colonización, y los problemas sociales presentes en la región, han puesto en peligro de desaparición los sistemas de manejo de los RFG y el conocimiento tradicional de las comunidades (Cárdenas y Ramírez 2004).

Algunas especies que lograron establecerse como cultivos a nivel mundial, y otras promisorias, requieren de sus acervos genéticos para poder hacer frente a los diversos factores ambientales y biológicos adversos, por esta razón los parientes silvestres de éstas han sido colectados y almacenados en bancos de germoplasma como materia prima para el fitomejoramiento. Una vez son guardados estos materiales son caracterizados y evaluados para su estudio. En el caso particular de la Amazonia colombiana, se tiene el banco de germoplasma de especies amazónicas del Instituto Sinchi, con 2.026 accesiones de 12 especies. Para el manejo de algunas especies con semillas recalcitrantes, con bajas tasas de propagación vegetativa, susceptibles a ataques de plagas, enfermedades y amenazadas o en vía de extinción, el Instituto Sinchi adelanta investigaciones con el uso del cultivo de tejidos vegetales como herramienta para la propagación vegetativa y para la conservación *ex situ* de estas especies (Vargas 2000).

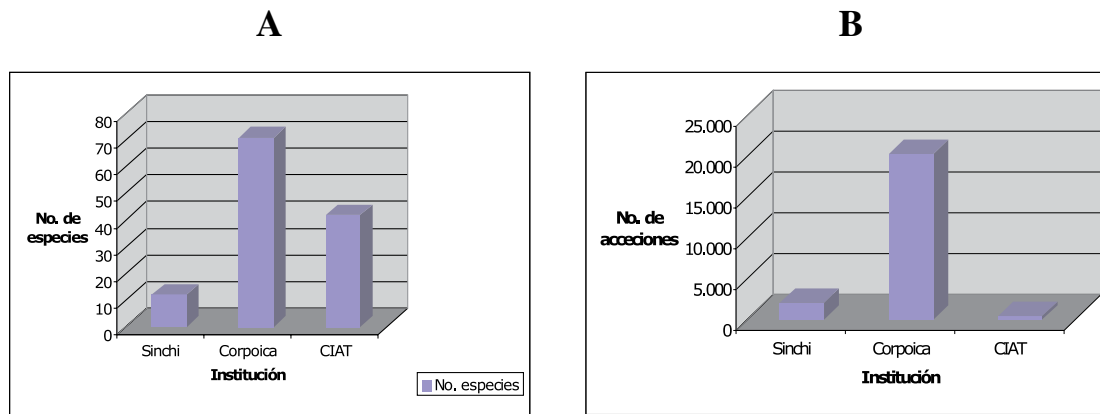
El Instituto Sinchi ha realizado caracterizaciones morfológicas, bromatológicas, fisicoquímicas y moleculares a las accesiones conservadas en sus bancos de germoplasma, que han permitido clasificar los diferentes individuos en grupos homogéneos que pueden ser posteriormente tipificados y seleccionados como materiales promisorios para mejoramiento y una posterior introducción a los sistemas productivos de la región. Con el uso de herramientas biotecnológicas ha sido posible la caracterización molecular de accesiones del banco de germoplasma del género *Theobroma* de la

región amazónica y la determinación de la variación somaclonal de seis genotipos de *Theobroma cacao* mediante la utilización de marcadores moleculares tipo *RAPD* y *SSR* y técnicas citogenéticas, ésta última realizada por la Universidad Francisco de Paula Santander. La UN Sede Bogotá y el Instituto Sinchi, con la colaboración del Instituto Humboldt, han realizado la caracterización molecular por ALFP de germoplasma de *Capsicum* (ají) colectado en la región amazónica.

El Centro Internacional de Agricultura Tropical –CIAT-, ubicado en Palmira – Valle - que tiene mandato mundial en investigación en yuca, fríjol, forrajes y leguminosas tropicales, cuenta en sus bancos de germoplasma con colecciones de estas especies provenientes del sur de la Amazonia colombiana, conteniendo 42 especies y 422 accesiones. En la colección de forrajes hay 111 accesiones constituidas por 37 especies. Del departamento de Caquetá se tiene el registro de 31 especies y 96 accesiones, para el departamento de Putumayo no se tienen registros y para el departamento de Amazonas hay 6 especies con 15 accesiones. En la colección de fríjol se tienen registros del departamento de Putumayo con 4 especies y 23 accesiones; en el caso de la colección de yuca se tiene registro de la yuca cultivada (*Manihot esculenta*) distribuida en los tres departamentos con un total de 288 accesiones. Dentro de la colección también existen especies silvestres de las 110 reportadas para el género *Manihot* (Martínez 1955, citado por Castillo 1992), de las cuales algunas de ellas pueden estar presentes en la Amazonia colombiana.

En el Directorio de Colecciones de Germoplasma para América Latina y el Caribe del IPGRI (*International Plant Genetic Resources Institute*), se encuentra una relación de 71 especies y 20.310 accesiones mantenidas en el banco de germoplasma de Corpoica, quien lidera estudios hacia la promoción y producción de frutales promisorios como alternativa de desarrollo para los departamentos de Caquetá, Putumayo y Amazonas. En el Centro de Investigación Macagual de Corpoica se conserva una colección de 10 especies de frutales amazónicos con 111 accesiones, constituido por: *Bactris gasipaes* (chontaduro) 76 accesiones, *Eugenia stipitata* (arazá) con siete accesiones, *Theobroma grandiflorum* (copoazú) con 12 accesiones, *Borojoa patinoi* (borojó) con tres accesiones, *Myrciaria dubia* (camu-camu) con una accesión, *Paullinia cupana* (guaraná) con una accesión, *Solanum sessiliflorum* (lulo amazónico) con ocho accesiones, *Cyphomandra* sp. (tomate de árbol amazónico) una accesión, *Pourouma cecropiifolia* (uva caimarona) una accesión y *Caryodendrum orinoscence* (inchi) con una accesión.

En las figuras 37A y B se muestra la representatividad, por instituciones, de las colecciones de germoplasma amazónico de acuerdo al número de especies y accesiones presentes. Se destaca que en el caso del CIAT se posee un mayor número de especies con relación al Instituto Sinchi pero un menor número de accesiones, en el caso de Corpoica los datos son menores comparados con los otros dos bancos de germoplasma referenciados.



Figuras 37 A y B. Representatividad por instituciones de las colecciones de germoplasma amazónico con relación al número de especies y accesiones

Estado de la investigación

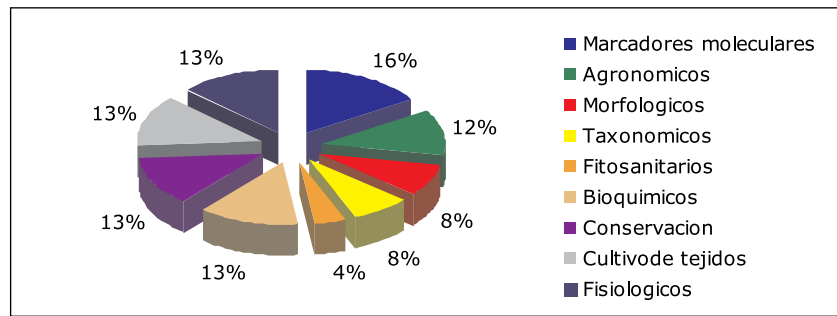
En Colombia el estudio de los recursos fitogenéticos estuvo ligado principalmente a los inventarios y en algunos procesos de fitomejoramiento tradicional. El advenimiento de la biotecnología para el cultivo de tejidos en la década de 1970 y los avances de la bioquímica y la biología celular y el posterior desarrollo e implementación de las herramientas biotecnológicas modernas para finales de la década de 1980, permitió el inicio de programas de conservación de germoplasma (Shuler & Orozco 2007).

En el país son escasos los estudios que se han adelantado con el uso del cultivo de tejidos vegetales en especies amazónicas, dada la dificultad para establecer material madre en óptimas condiciones fitosanitarias, así como los problemas inherentes a las plantas tales como baja tasa de respuesta morfogénica, contaminación endógena, plagiotropismo y bajas tasas de enraizamiento. Sin embargo, se han desarrollado investigaciones en el establecimiento y regeneración *in vitro* en frutales como: borojón, inchi, arazá, anón amazónico y copoazú (Vargas 2000). Los estudios se han realizado a partir de material juvenil y adulto, a través de la propagación de segmentos nodales y la inducción de embriogénesis somática.

En la base de datos de Colciencias RED SCienTI para la investigación de los recursos fitogenéticos de la Amazonia, existe el registro de un grupo de investigación específico para la Amazonia, además de seis grupos de investigación que han trabajado o trabajan con recursos fitogenéticos de la Amazonia, aún cuando su especialidad no está enfocada hacia esta región.

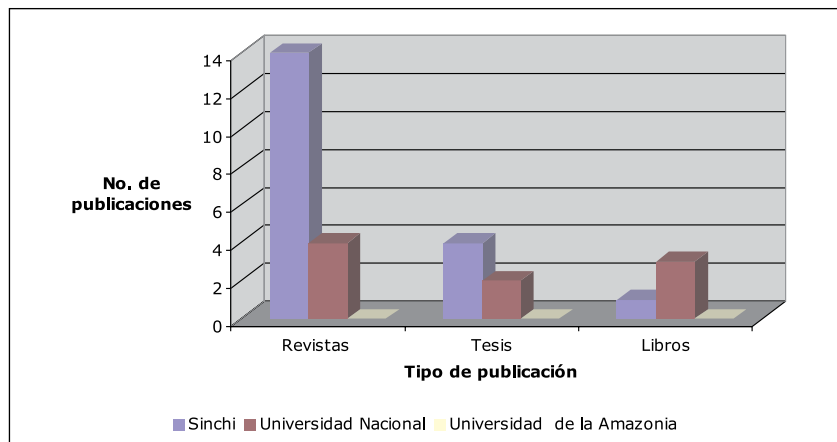
En la figura 38 se muestra la distribución porcentual de las principales áreas de estudio en recursos fitogenéticos por los grupos antes mencionados. No se observa una tendencia marcada para un área específica. Los marcadores moleculares presentan una leve ventaja con un 16% de la representatividad; le siguen en importancia con igual nivel (13-12%) el empleo de cultivo de tejidos, bioquímica, conservación y fisiología. Es necesario aclarar que los estudios están dirigidos principalmente al conocimiento de la potencialidad de uso y conservación del recurso genético.

Figura 38.
Distribución porcentual de las principales áreas de estudio empleadas en la investigación de los recursos fitogenéticos amazónicos



La figura 39 muestra cómo están distribuidas las publicaciones generadas por los grupos, agrupadas por las instituciones, resaltando el Instituto Sinchi como la institución que más conocimiento ha generado en las categorías de artículos de revistas y tesis de grado. En la categoría de libros la Universidad Nacional de Colombia supera por una pequeña diferencia a éste. A pesar de que la Universidad de la Amazonia posee grupos de investigación registrados con proyectos dirigidos hacia la investigación en los RFG de esta región, no tiene reporte de publicaciones dentro de las bases de datos consultadas.

Figura 39.
Número y tipo de publicaciones realizadas por institución



Hay que tener en cuenta que determinar el grado de investigación específica sobre la región sur de la Amazonia no es evidente, ya que la mayoría de los trabajos abarcan globalmente la Amazonia sin discriminación por departamentos; sólo en algunos casos los trabajos van dirigidos hacia una zona determinada, y en los casos más puntuales se encontró mayor relevancia en los departamentos de Caquetá y Amazonas.

En la revisión de la literatura relacionada con RFG del sur de la Amazonia colombiana se encontraron un total de 144 publicaciones, de las cuales 95 fueron referenciadas en la base de datos de CIAT y distribuidas en tres categorías: revistas, libros y memorias de congresos. Tan sólo 10 hablan de los recursos fitogenéticos de la Amazonia colombiana de forma específica, y haciendo referencia a caracterizaciones del banco

de germoplasma presente en la Unidad de Recursos Genéticos, manejo y uso de los mismos. Tres contribuciones se concentran en la región sur de la Amazonia, dos artículos para el departamento de Caquetá y uno para el departamento de Putumayo, publicaciones relacionadas con la caracterización del banco de germoplasma de yuca.

En el caso de la base de datos del Instituto Sinchi, se encontraron 16 publicaciones, que correspondieron: dos a la Amazonia en general y las otras 14 a la Amazonia colombiana; también se hace mención a 13 publicaciones encontradas en la base de datos de Colciencias, de las cuales cuatro corresponden a tesis de grado, uno a libros y las ocho restantes a publicaciones en revistas; sin embargo, en una sola publicación se hace referencia al departamento de Caquetá (tabla 46).

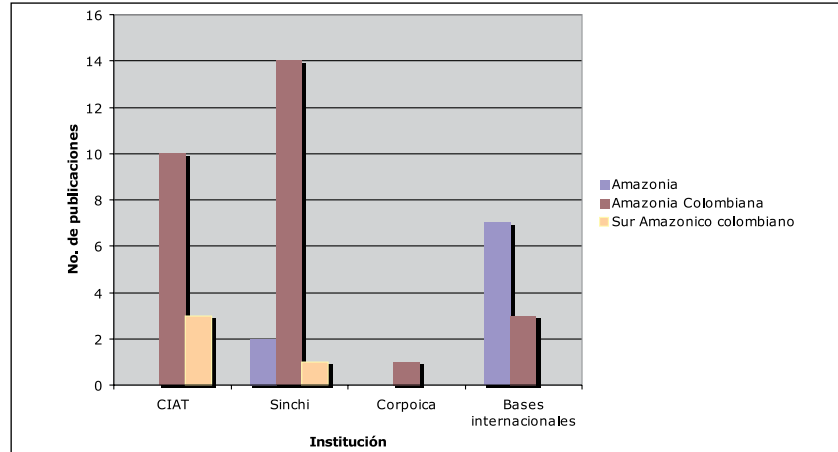
Especies	No accesiones	Estudios	Ecotipos
<i>Capsicum annuum</i> , <i>C. frutescens</i> , <i>C. chinense</i> , <i>C. pubescens</i> , <i>C. baccatum</i>	340 en total	Caracterización con AFLP e izoenzimática para todas las accesiones	
<i>Caryodendron</i> sp.	300 en total	Caracterización bromatológica para parte de las accesiones, morfoagronómica y RAPD para todas las accesiones	56
<i>Theobroma cacao</i>	108	Caracterización morfoagronómica, bromatológicas en solo algunos individuos y con RAPD's y AFLP's	18
<i>T. grandiflorum</i>	250		8
<i>T. bicolor</i>	18		
<i>Bactris gasipaes</i>	540	Caracterizaciones morfoagronómicas. Fisicoquímicas y bromatológicas	90
<i>Eugenia stipitata</i>	200	Caracterizaciones morfoagronómicas. Fisicoquímicas y bromatológicas	15
<i>Borojoa patinoi</i>	60	Caracterizaciones morfoagronómicas. Fisicoquímicas y bromatológicas	6
<i>Annona montana</i> <i>Rollinia mucosa</i>	48	Caracterizaciones morfoagronómicas. Fisicoquímicas y bromatológicas	8
<i>Hevea brasiliensis</i> y <i>H. pauciflora</i>	72		
<i>Anacardium occidentale</i>	55	Caracterización morfoagronómica	6
<i>Poraqueiba sericea</i>	36	Caracterización morfoagronómica	6

Tabla 46. Especies conservadas por el Instituto Sinchi dentro de su banco de germoplasma

En la base de datos de Corpoica se encontró un trabajo dirigido a evaluar la diversidad genética de *Theobroma cacao*, esto mediante marcadores moleculares tipo microsatélites en accesiones del banco de germoplasma existente en la institución. Las bases internacionales mostraron diez referencias de investigaciones en RFG en la Amazonia, de las cuales tres correspondieron a caracterizaciones de palmas por medio de marcadores moleculares.

En la figura 40 se puede observar cómo están distribuidas las publicaciones sobre el sur de la Amazonia colombiana en las diferentes bases de datos descritas, observándose un bajo número de publicaciones referenciadas sobre esta región, pero con un mayor rango en aquellas que van dirigidas a la Amazonia colombiana. También se puede subrayar en las bases del Instituto Sinchi y bases internacionales una pequeña cantidad haciendo mención de la Amazonia en general.

Figura 40.
Número de publicaciones encontradas en las diferentes bases de datos sobre el sur de la Amazonia



Vacíos

La información sobre el estado de la investigación de los RFG del sur de la Amazonia colombiana muestra una dinámica muy amplia en cuanto a las áreas de estudio, y a la vez una distribución dispersa y de poco acceso, lo que dificulta visualizar el proceso de la investigación en esta región.

La estrategia de manejo de los recursos fitogenéticos por medio de los bancos de germoplasma para su conocimiento y conservación prueban ser una buena estrategia. Sin embargo, el número de especies mantenidas aun es muy bajo respecto al reto que representa la megadiversidad del sur de la Amazonia colombiana.

No se tiene un inventario real que de cuenta del número de especies promisorias presentes en la región, enmarcadas dentro del contexto de recursos fitogenéticos. Se desconoce igualmente la potencialidad de esta ventaja comparativa como alternativa económica. Es entonces evidente la falta de investigación en el conocimiento y conservación de los RFG.

Se observa una gran falencia en la investigación de especies silvestres amazónicas, a pesar del gran potencial que estos poseen para los programas de mejoramiento genético de especies cultivadas.

Recomendaciones

La fuente de conocimiento más importante que se puede visualizar sobre la potencialidad de uso de los RFG está representada en las comunidades indígenas, siendo necesario e importante documentar el conocimiento tradicional, para que exista un respeto por las comunidades y un reconocimiento a su saber tradicional, que en la actualidad se encuentra en un peligro de desaparecer.

Es necesario realizar mayores esfuerzos en términos de recurso humano dirigido específicamente para la investigación del sur de la Amazonia colombiana, con el fin de lograr avances significativos en la investigación de los recursos fitogenéticos de esta región.

Igualmente se requiere crear bases de datos en las que se pueda encontrar mayor disponibilidad de la investigación acerca de esta región para visualizar de una forma puntual el panorama del estado en el que se encuentran la investigación en RFG.

Estudio de caso Estudios genéticos en especies animales

Manuel Ruiz-García y Diana Álvarez
Pontificia Universidad Javeriana

La genética de poblaciones es una disciplina de las ciencias biológicas encargada de estimar y comprender los eventos evolutivos que modulan la distribución de los genes entre poblaciones y al interior de ellas. Los fundamentos matemáticos y moleculares de esta disciplina constituyen una herramienta fundamental que aporta conocimientos para la conservación biológica.

Siendo el Amazonas un punto neurálgico de la biodiversidad en el planeta, por la alta cantidad y diversidad de organismos que alberga, son escasos los trabajos en genética aplicados a especies animales, y hasta el momento sólo se encuentran publicados un trabajo de pregrado, cuatro tesis de maestría y una tesis de doctorado. Cuatro de esos trabajos versan sobre mariposas (Giraldo 2002, 2005, Galindo 2004, Saldamando 1998), uno sobre delfín rosado (Acosta 2002) y otro acerca del bagre dorado, *Brachyplatystoma flavicans* (Batista 2001). Esto pone de manifiesto el escaso volumen de trabajos centrado en este tópico, a pesar que son de vital importancia para la conservación biológica de cualquier organismo, a cualquier escala.

En el Laboratorio de genética de poblaciones molecular y biología evolutiva del departamento de Biología de la Pontificia Universidad Javeriana se han llevado a cabo diversos estudios genéticos que involucran especies amazónicas. Estos estudios se basan en la aplicación de diversos tipos de marcadores moleculares a diferentes especies animales estudiadas. Con esos resultados moleculares, se logra determinar los niveles de variabilidad genética, la heterogeneidad genética, los posibles niveles de flujo génico, los números efectivos históricos y posibles cuellos de botella o expansiones poblacionales que hayan afectado la historia poblacional de esas especies. Los mamíferos amazónicos, seguramente, son algunos de los grandes perjudicados por la acción antrópica.

La historia evolutiva de cada especie está llena de particularidades individuales, lo cual obliga a las políticas de conservación tengan que ser específicas. Esto lo demuestran los siguientes estudios de caso, donde se resumen los resultados obtenidos al aplicar diversos tipos de marcadores moleculares a un ave, el piurí (*Crax globulosa*) y cuatro mamíferos amazónicos, el jaguar (*Panthera onca*), el ocelote (*Leopardus pardalis*), el delfín rosado (*Inia geoffrensis*) y el mono lanudo o churuco (*Lagothrix lagotricha*).

Jaguar

Se analizaron diversos aspectos concretos de la subespecie *Panthera onca onca*, que es la subespecie morfológicamente descrita en el área de la Amazonia y Llanos colombianos y en otras partes de la Amazonia no colombiana. Se analizaron 12 microsatélites en 77 jaguares localizados en la zona geográfica correspondiente a la subespecie. Esas muestras fueron recolectadas en Colombia, Perú y Bolivia, y se analizaron 30 muestras procedentes de otras subespecies (Ruíz-García *et al.* 2006e).

Globalmente, la subespecie *onca* presentó más variabilidad genética que la subespecie *centralis*. Aunque la heterogeneidad entre las subpoblaciones es relativamente pequeña, los microsatélites empleados son eficaces al clasificar cada individuo a la subespecie en función del origen geográfico; cada subespecie tiene alelos exclusivos, lo cual permite asignar la subespecie correctamente a jaguares de zoológicos u otras instituciones, que no tengan origen geográfico reconocido. En el análisis de asignamiento poblacional genético por subespecies, más del 80% de los individuos estuvieron bien clasificados en sus respectivas subespecies geográficas.

Cuando se analizó la posible existencia de equilibrio Hardy-Weinberg en la subespecie *onca*, los marcadores presentaron un exceso significativo de homocigotos. Esto puede deberse a una elevada endogamia en esa población, o la existencia de una subdivisión geográfica interna que permite la existencia de acervos genéticos diferenciados, siendo esta posibilidad la más probable.



Jaguar
(*Panthera onca*)

La determinación de cuellos de botella es relevante desde la perspectiva de la biología de la conservación ya que nos permite concluir si una población se ha reducido rápida y recientemente, perdiendo de forma considerable parte de su variabilidad genética. En la población amazónica peruana, diez de los 12 microsatélites empleados presentaron evidencias relacionadas con un cuello de botella reciente. Podría ser que esta población haya sufrido recientemente algún tipo de cuello de botella genético. Para la población colombiana, y para la subespecie *onca* como un todo, no existió evidencia clara en favor de la existencia de cuellos de botella. En el siglo XX, el jaguar fue intensamente cazado; entre 1968-1970 se cazaron 2.000 jaguares únicamente en la región peruana amazónica de Loreto. Solo Estados Unidos importó en 1968, 13.516 pieles de jaguares y en 1969, 9.831 pieles de esta especie. Aunque el jaguar fue altamente golpeado por la caza de sus pieles, no parece mostrar síntomas evidentes de haber pasado por un cuello de botella genético, con excepción de la población peruana analizada.

Por el contrario, cuando se aplicó el test *g* (Reich y Goldstein 1998, Reich *et al.* 1999), se detectó una posible expansión poblacional, síntoma de que el jaguar es una especie adaptada a su medio y a los recursos que éste posee. Si la especie desapareciera sería un desastre causado por el ser humano, ya que en esta especie hay una tendencia natural hacia la exitosa expansión poblacional. Eizirik *et al.* (2001) también detectaron signos de expansión poblacional para el jaguar a partir del análisis de secuencias mitocondriales.

Mediante el procedimiento de máxima verosimilitud de Nielsen (1997), se determinaron números efectivos históricos a largo plazo para esta especie en territorio colombiano. Esos valores oscilaron entre 9.000 y 24.000 individuos, que podría constituir entre un 5-10% de la población total de jaguares en el Neotrópico, cifra no despreciable y que amerita de un criterio eficiente de protección de esta especie en Colombia.

Ocelote

En el caso del ocelote, la pregunta de investigación fundamental fue ¿Son diferenciables las subespecies de ocelotes, definidas morfológicamente que se distribuyen en la Amazonia colombiana, de otras subespecies propuestas para esta especie desde una perspectiva molecular? Se analizaron 14 muestras de *Leopardus pardalis maripensis*, cuyo rango de distribución se encuentra en la zona más oriental de la Amazonia colombiana, además de Brasil y Guyanas, y 49 muestras de *L. p. aequatorialis* procedentes de diferentes puntos de la Amazonia colombiana y peruana, frente a otras 70 muestras de ocelotes representando otras subespecies definidas morfológicamente, tales como *L. p. mearnsi* (Costa Rica), *L. p. pseudopardalis* (Colombia y Venezuela), *L. p. pusaeus* (Ecuador), *L. p. steinbachi* (Bolivia) y *L. p. mitis* (Paraguay). Se analizaron 12 marcadores microsatélites.

Todas las poblaciones de ocelotes analizadas poseen una enorme riqueza genética desde la perspectiva molecular y no se han detectado poblaciones en Sudamérica que se hayan visto depauperadas genéticamente. Sin embargo, en las dos subespecies cuya distribución abarca tentativamente la Amazonia colombiana, se detectaron algunos alelos exclusivos, no compartidos con otras poblaciones de ocelotes y que potencialmente, podrían ayudar a discriminar individuos procedentes geográficamente de esta región del Amazonas.

Al determinar si ambas poblaciones amazónicas de ocelotes estuvieron en equilibrio poblacional (Equilibrio Hardy-Weinberg), la ausencia de este equilibrio se manifestó más en *L. p. aequatorialis* que en *L. p. maripensis*. La desviación se produjo por exceso de homocigotos, que muestra que la subespecie *L. p. aequatorialis* presenta niveles de endogamia muy superiores al acervo representado por *L. p. maripensis* o existe mayor fragmentación (subdivisión geográfica) en la primera población que en la segunda.

El grado de heterogeneidad genética entre ambas posibles subespecies de ocelotes en la zona amazónica fue muy bajo. Ambas supuestas subespecies, molecularmente hablando, constituyen una única población; para ellos el concepto de subespecie morfológica se diluye a nivel molecular. Las estimaciones de flujo génico entre ambas supuestas subespecies son muy elevadas y denotan que esas poblaciones forman un continuo genético (*maripensis*, *aequatorialis*, *puseus*). Con el análisis de asignamiento poblacional mediante el programa GeneClass (Cornuet *et al.* 1999), únicamente el 39% de los ejemplares pudieron ser correctamente asignados a la supuesta subespecie morfológica por su origen geográfico, que evidencia la inexistencia de grupos bien configurados y definidos. Contrariamente, otra de las subespecies de ocelotes presentes en Colombia, *L. p. pseudopardalis*, divergió de manera apreciable del grupo *maripensis*, *aequatorialis*, *puseus*. Esto significa, que esta subespecie debería ser tratada en términos de conservación, desde una perspectiva diferente a la población amazónica analizada.

Con el método de Cornuet & Luikart (1996) se detectaron pocas evidencias de posibles cuellos de botella recientes en las poblaciones de *L. p. maripensis*, *L. p. aequatorialis* y *L. p. pseudopardalis*. Pero para los ocelotes procedentes de Perú, hubo evidencia de un cuello de botella ostensible. Para ninguna de las poblaciones analizadas, se pudo detectar eventos de expansión poblacional, lo cual se correlaciona con la determinación de los cuellos de botella detectados para algunas poblaciones.

La población de ocelotes de Perú, igual que los jaguares de la Amazonia peruana, podría estar reflejando el fuerte impacto de la cacería por pieles de las décadas de 1960 y 1970. Durante ese periodo, más de 200.000 pieles de ocelotes fueron exportadas anualmente desde Latinoamérica (Gieteling 1972). De 1976 a 1983, un promedio de 24.600 pieles de esta especie se siguieron comercializando desde Latinoamérica (Broad 1987). Similar presión recibieron otras especies de pequeños felinos manchados. Broad (1987) registró un promedio de 13.934 pieles de margay (*Leopardus wiedii*) exportadas desde América Latina hacia Norte América y Europa. Igualmente, Broad (1988) registró la exportación en 1983, de 84.500 pieles de tigrillo (categoría que agrupa pieles de todos los pequeños felinos manchados sudamericanos) únicamente desde Paraguay.

Emmons (1988) sugirió que los tamaños poblacionales de ocelotes para Latinoamérica podrían estar entre 1.5 y 3 millones de individuos. Con las estimaciones de las tasas de mutación obtenidas por Ruiz-García *et al.* (2006b), mediante procedimientos filogenéticos, el número de ocelotes oscilaría entre 657.000 y 1.176.000 ejemplares. La elevada diversidad genética estimada en esta especie es paralela a la actual existencia de grandes tamaños poblaciones, pero la incidencia de cuellos de botella, podría revelar el peligro que se podría cernir sobre esta especie.

Delfín rosado

Se analizaron 152 muestras de delfines rosados (*Inia geoffrensis*) procedentes de ríos de la cuenca del Amazonas: Perú, ríos Napo, Curaray, Ucayali, Tapiche, Canal del Puhinauva, Marañón y Samfria, Colombia, ríos Putumayo y Amazonas; cuenca del Orinoco: Colombia y Venezuela, ríos Orinoco, Arauca, Guaviare, Bitá; Amazonas boliviano: ríos Mamoré, Iruyañez, Securé, Tijamuchí, Itenez (= Guaporé), Ipurupuru. El objetivo principal del análisis fue determinar el grado de diferenciación genética entre las poblaciones de delfines rosados de la Amazonia occidental (Perú y Colombia) y, a nivel microgeográfico, determinar la cantidad de flujo génico entre diferentes lagunas de diversos ríos del sistema fluvial amazónico en territorio peruano y boliviano.

Para el análisis molecular de los delfines rosados se utilizaron dos técnicas, el uso de 5 marcadores microsátélites y la técnica RAPD (Random Amplification Polymorphism DNA) con 9 marcadores oligonucleótidos polimórficos en esta especie. Todos los procedimientos moleculares empleados para ambas técnicas están en Ruiz-García *et al.* (2006a,c,d).

La población peruana mostró el número promedio de alelos más elevado y diversidad genética mayor, aunque no significativamente diferente a los valores encontrados en el Putumayo colombiano y en la Orinoquia. La población boliviana, por el contrario, presentó el menor número promedio de alelos por locus y la variabilidad genética menor. El estadístico f , que puede considerarse como un coeficiente de endogamia, mostró valores similares en todas las poblaciones, excepto en la población peruana, donde el exceso de homocigotos fue considerablemente menor que en las otras poblaciones. Ese resultado denota que en esta población se dan niveles más bajos de endogamia o los procesos de subdivisión geográfica entre las subpoblaciones son menores. Esto podría correlacionarse con que la población peruana de delfines sea la históricamente mayor de todas las poblaciones analizadas.

Se encontraron algunos alelos exclusivos para algunos de esos marcadores en diversas poblaciones. Eso significa que algunos alelos pueden ser muy efectivos para determinar el origen geográfico de algún ejemplar específico.

El 23% de la varianza genética encontrada se reparte diferencialmente entre las diversas poblaciones estudiadas. El exceso de homocigotos fue notable a nivel global y subpoblacional. Si se extrae la población boliviana (considerada como una unidad evolutiva independiente; Banguera-Hinestroza *et al.* 2002), se conserva aproximadamente el mismo exceso de homocigotos a nivel subpoblacional, pero se reduce la heterogeneidad genética a la mitad. Si se extrae del análisis la población de la Orinoquia, la heterogeneidad genética se reduce a tan solo un 2.6%, cerca de 10 veces menor que en el caso analítico inicial. Eso sugiere una fuerte similitud genética entre las poblaciones de delfines rosados de las cuencas de los ríos Napo, Ucayali y Marañón respecto a los del río Putumayo en Colombia. Los delfines de la Amazonia occidental forman un acervo genético bastante compacto y altamente diferenciable de los acervos genéticos de la Orinoquia y de la Amazonia boliviana. La menor distancia genética fue la que asoció la población peruana con la del río Putumayo en Colombia. La distancia genética entre la población peruana y la de la Orinoquia fue aproximadamente 5 veces mayor, mientras que la distancia entre la población peruana y la boliviana fue 10 veces mayor.

El análisis con los marcadores RAPD ofreció resultados notablemente concordantes con los obtenidos mediante microsatélites. La población de delfines rosados del Orinoco mostró el nivel de diversidad genética más elevado con una tasa de polimorfismo del 79%, seguida por la población de Perú. La población más depauperada genéticamente fue la de Bolivia. La cantidad de heterogeneidad genética encontrada entre todas las poblaciones estudiadas fue moderadamente elevada, aunque inferior a la encontrada con otros marcadores moleculares (Banguera-Hinestroza *et al.* 2002), pero paralela a la encontrada con los 5 marcadores microsatélites. La heterogeneidad genética determinada con RAPD muestra un incompleto aislamiento genético entre las mismas, a diferencia de lo determinado con otros marcadores moleculares. Las poblaciones más similares entre sí fueron las correspondientes a diversos ríos peruanos con respecto a la población del Putumayo colombiano, mientras que las más divergentes resultaron ser las poblaciones del Orinoco y Bolivia.

Las poblaciones de delfines rosados de la Amazonia occidental, en una escala macrogeográfica, resultan extremadamente homogéneas para marcadores genéticos nucleares. Esto significa que en el momento de la colonización de esta región amazónica por parte de esta especie, esta fue homogénea y procedente de un mismo acervo genético ancestral. La convergencia de los resultados con marcadores RAPD y microsatélites ratifica este hecho.

A nivel microgeográfico, se analizaron las poblaciones de delfines en diferentes lagunas de Bolivia y de Perú. La heterogeneidad genética entre 17 lagunas peruanas fue relativamente considerable. Para 10 lagunas bolivianas, la heterogeneidad genética fue considerable, con un flujo génico casi

inexistente entre las poblaciones, lo que muestra que existe una limitada interconexión genética entre los delfines de diferentes lagunas en sistemas fluviales contiguos. En el caso boliviano, un análisis de autocorrelación espacial mostró la existencia de estructura espacial significativa a lo largo del río Mamoré, fenómeno no presente entre las poblaciones de delfines en la Amazonia peruana. Diferentes patrones demográficos e históricos han acontecido en ambos sistemas fluviales. Una mayor antigüedad de la población peruana y la inexistencia de barreras geográficas en los ríos de la Amazonia occidental (rápidos, saltos, etc) han podido evitar la formación de estructuras espaciales significativas para diversos marcadores genéticos. Por el contrario, la formación más reciente, en alopatria, de la población boliviana (últimos 6 millones de años; Banguera-Hinestroza *et al.* 2002) y la existencia de barreras geográficas (cachuelas, rápidos) en el entorno del río Mamoré, y afluentes, han podido impedir que el flujo génico haya homogenizado la distribución de características genéticas en las poblaciones de delfines rosados en los ríos bolivianos.

Para la conservación biológica, varios resultados son relevantes. La población de delfines de la Amazonia occidental parece saludable desde la perspectiva genética y parece conformar un acervo relativamente homogéneo, aunque la población de delfines del Putumayo evidencia una mayor deriva genética que las poblaciones peruanas. Este acervo genético se diferencia notablemente del de la Orinoquia y especialmente, del encontrado en Bolivia, pues al parecer esta población constituye una entidad evolutiva independiente. La población boliviana parece más vulnerable, ya que su variabilidad genética es menor y, sobre todo, porque existe menor interacción genética entre sus poblaciones, lo cual ha creado una estructura espacial significativa.

Mono lanudo

El mono lanudo o churuco (*Lagothrix lagotricha lagotricha*), es uno de los más conocidos, los adultos son buscados como presa de caza y los juveniles y crías son utilizadas como mascotas. Debido a esta presión, se plantearon los siguientes objetivos: 1) Determinar los niveles de diversidad genética para esta especie en la Amazonia colombiana y peruana; 2) Detectar posibles cuellos de botella recientes que afecten la viabilidad de esta especie y 3) Estimar los números efectivos y números globales de esa especie.

Se obtuvieron 30 muestras de esta especie (cráneos y algunas muestras de pelo de crías mantenidas en cautiverio como mascotas). Adicionalmente, se obtuvieron otras 25 muestras de esta especie en la región de Loreto en la Amazonia peruana. Se analizaron 10 marcadores microsátélites, cuatro de ellos desarrollados para *Alouatta palliata* por Ellesworth y Hoelzer (1998) y seis desarrollados para humanos y previamente utilizados para *Saimiri boliviensis* (Rogers *et al.* 1995, Zhong *et al.* 1996). Los procedimientos para el uso de esos microsátélites pueden encontrarse en Ruiz-García *et al.* (2004) y Ruiz-García (2005).

La diversidad genética estimada es moderada, aunque superior a la encontrada en otros primates neotropicales (Ruiz-García 2005). Los números efectivos históricos oscilan entre 1.000 - 44.000 individuos, pero no hay certeza de estos valores porque no hay estimaciones poblacionales previas de monos lanudos en la Amazonia peruana y colombiana para confrontar estos datos.

De trece especies de primates neotropicales analizados (Ruiz-García 2005), únicamente la muestra de mono lanudo, mostró evidencia fuerte de haber atravesado un cuello de botella reciente. Esta especie está en situación claramente vulnerable en el área amazónica comentada. Aunque el tamaño poblacional histórico máximo puede considerarse notable (44.000), podría contrastar el hecho de haber detectado claramente un cuello de botella reciente.

Las comunidades indígenas y los colonos utilizan la especie como carne de monte. Redford (1992) encontró que 230 habitantes de tres comunidades Waorani en la Amazonia ecuatoriana cazaron 562 monos lanudos en menos de un año. Esta especie tiene una capacidad reproductiva pequeña y una generación puede oscilar entre 7 y 10 años. La presión de cacería y la destrucción del hábitat, son factores que explican el cuello de botella genético detectado. Sin embargo, los niveles de variabilidad genética y los números históricos son relativamente altos. Una situación similar fue detectada por Pope (1996) para el endemismo brasileño, *Brachyteles arachnoides*, el género hermano de *Lagothrix*. Existen varias posibles explicaciones. La primera es que el sistema reproductivo de ambos géneros maximice la cantidad de individuos que puedan pasar sus genes a las siguientes generaciones, aumentando la variabilidad genética de la especie y, por ende, sus números efectivos. Una segunda alternativa proviene de la ecología alimentaria de estos primates. Son principalmente folívoros y frugívoros. Algunos autores abogan que las especies folívoras deben ser capaces de tolerar la acción tóxica de una amplia gama de compuestos secundarios, una elevada variabilidad en los genes que regulan rutas enzimáticas podrían ayudarlos en esa resistencia. Por simple ligamiento, algunos microsatélites podrían haberse visto arrastrados por esos genes hacia una elevada variabilidad genética y determinar una heterocigosidad promedio relativamente considerable. No obstante, esta es una especie en la que se deberían centrar muchos planes de conservación y de monitoreo genético para determinar si, paulatinamente, se incrementan los efectos procedentes del cuello de botella detectado y poder proceder a neutralizarlos.

Piurí

Se obtuvieron resultados de las poblaciones de tres islas del río Amazonas en la frontera Colombo Peruana, Mocagua, Cacao y Yaumas (Alvarez-Prada y Ruiz-García 2006). Pese a constar esta población con un número censal de 150 individuos, su diversidad genética fue muy elevada. La heterogeneidad entre las poblaciones fue significativa, pero de una magnitud relativamente pequeña. Como actualmente, el flujo génico parece muy restringido entre esas islas, en algún momento del pasado, el flujo génico debió ser mayor o, bien, las tres poblaciones constituían una población continua. Se estima que el número efectivo histórico es superior al estimativo censal actual de individuos. No se detectó la existencia de cuellos de botella en esta población.

Aunque esta es una especie en peligro de extinción en la Amazonia colombiana, desde el punto de vista genético, su alta variabilidad le confiere un fuerte potencial evolutivo por lo que su conservación biológica debería ser una prioridad en los lugares donde habita.

Síntesis

De forma global, de las cinco especies analizadas se propone priorizar al ocelote y al mono lanudo como especies a monitorear genéticamente porque son especies que tienen evidencia de posibles cuellos de botella genéticos. Cada especie necesita su propio estudio genético porque ha tenido características únicas en su historia evolutiva.

En la Amazonia colombiana, otras especies que reciben alta presión de caza deberían estudiarse desde la perspectiva genética, como los pecaríes (*Tayassu peccari* y *Tayassu tajacu*), el tapir (*Tapirus terrestris*), los ciervos del género *Mazama*, grandes roedores como *Agouti paca*, *Dasyprocta* e *Hydrochaeris*, armadillos (*Dasypus*, *Priodontes*), carnívoros como *Nasua nasua* y *Eyra barbara*, nutrias (*Lontra* y *Pteronura*) y el puma (*Puma concolor*) y grandes primates como el mono cotudo o aullador (*Alouatta seniculus*) y el mono araña (*Ateles belzebuth*). El estudio genético detallado, además de revelar el secreto histórico evolutivo de cada especie, puede otorgar herramientas útiles y eficaces para la elaboración de estrategias de conservación.

Bibliografía

- Abrahamovich A. H. y Díaz N. B. 2002. Bumble bees of the Neotropical Region (Hymenoptera: Apidae). *Biota Colombiana* 3(2): 199-214.
- Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras. No. 10. Coedición con el Centro Editorial Javeriano. Santa Fé de Bogotá, Colombia. 541p.
- Acosta-G A. R. 2000. Ranas, salamandras y caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. *Biota Colombiana* 1(3): 289-319.
- Acosta D. F. 2002. Establecimiento de una metodología para el trabajo con ADN de muestras óseas aplicable a la amplificación de microsátélites del delfín rosado del Amazonas (*Inia geoffrensis*). 128pp. Bogotá. Universidad de los Andes. Tesis (Magíster en Biología). Universidad de Los Andes.
- Acosta H., Cabrera J. A. y Miraña J. 1994. Aportes al conocimiento de *Tapirus terrestris* en el Parque Nacional Natural Cahuinarí (Amazonas-Colombia). Informe Técnico. Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales. 23pp.
- Agudelo L. 2005. Hormigas, plantas e historias: Apuntes etno-botánicos sobre el manejo de “hormigas arrieras” en las chagras de las comunidades Ticuna. Trabajo de grado para optar al título de Bióloga. Departamento de Biología, Universidad de Antioquia.
- Agudelo E., Salinas Y., Sánchez C. L., Muñoz D. L., Alonso J. C., Arteaga M. E., Rodríguez O. J., Anzola N. R., Acosta L. E., Núñez M. y Valdés H. 2000. Bagres de la Amazonia colombiana: un recurso sin fronteras. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi) – Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Aguilar S. y Cruz E. 2005. Evaluación del estado de conservación y diagnóstico biológico de la fauna silvestre en cautiverio en el municipio de Florencia-Caquetá. Trabajo de grado para optar al título de Biólogo. Universidad de la Amazonía. Florencia, Colombia. 94pp.
- Alarcón G. 2003. Efecto de la variación de la disponibilidad de frutos sobre la dieta de tucanes y barbudos (Aves: Ramphastidae) en la región del bajo Apaporis, Vaupés, Colombia. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Alarcón G. y Palacios E. 2005. Confirmación de una segunda población de Pavón moquirrojo (*Crax globulosa*) para Colombia en el Bajo Río Caquetá. *Ornitología Colombiana* (3): 97-99.
- Alberico M., Hernández-Camacho J, Cadena A. y Muñoz-Saba Y. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana* 1(1): 43-75.
- Alberico M. y Rojas-Díaz V. 2002. Mamíferos de Colombia. pp. 185-226. En Ceballos G y Simonetti J. (editores). 2002. Diversidad y Conservación de los Mamíferos Neotropicales. CONABIO e Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. 582pp.
- Aldana M. y Daza E. 2005. Dinámica fluvial del río Amazonas, sector colombiano (Casos específicos Isla Mocagua - isla La Fantasía). Informe final de trabajos de grado. Facultad de Ciencias Humanas, Departamento de Geografía. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Colombia. Fundación Tropenbos Colombia. 109pp.
- Alexander B. A. & Michener C. D. 1995. Phylogenetic studies of the families of short-tongued bees. *University of Kansas Science Bulletin* 55: 377-424.

- Allen J. A. 1900. Descriptions of two new opossums of the genus *Metachirus*. Bulletin of the American Museum of Natural History 14: 213-218.
- Allen J. A. 1904. Mammals from Venezuela and Colombia. Bulletin of the American Museum of Natural History 20: 327-335.
- Allen J. A. 1916. List of mammals collected in Colombia by the American Museum of Natural History expeditions, 1910-1915. Bulletin of the American Museum of Natural History 35: 191-238.
- Alonso J. C., Núñez-Avellaneda M., Agudelo E., Ricaurte L.F. y Sánchez C. L. 2005. La investigación del Instituto Sinchi sobre los ecosistemas acuáticos de la Amazonia colombiana: avances y perspectivas. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - Sinchi. Documento interno.
- Álvarez-Prada D. & Ruiz-García M. 2006. Genetic structure and coalescence parameters of the endangered *Crax globulosa* at the Colombian Amazon by means of DNA microsatellites and ND2 mitochondrial sequences. Conservation Genetics (submitted).
- Álvarez-R M., Umaña A. M., Mejía G. D., Cajiao J., von Hildebrand P. y Gast F. 2003. Aves del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete, Amazonia - Provincia de la Guyana, Colombia. Biota Colombiana 4(1): 49-63.
- Amadon D. 1977. Notes on the taxonomy of Vultures. Condor 79(4): 413-416.
- Amaya K. 1999. Composición y estructura del fitoperifiton en el lago Tarapoto (Amazonia colombiana), durante dos períodos hidrológicos. Trabajo de grado Departamento. Biología. Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá. Bogotá. Colombia. 96pp.
- Amaya-Márquez M., Stiles F. G. y Rangel-Ch J. O. 2001. Interacción planta-colibri en Amacayacu (Amazonas, Colombia): Una perspectiva palinológica. Caldasia 23(1): 301-322.
- Andrade C. E. 2001. Efecto de la fluctuación del nivel del agua sobre la estructura de la comunidad de rotíferos planctónicos en el lago Yahuaraca. (Río Amazonas-Colombia). Tesis de Maestría, Departamento de Biología. Universidad de los Andes. Bogotá.
- Andrade A. y Etter A. 1986. Levantamiento ecológico del área de colonización del San José del Guaviare. Proyecto DAINCO-CASAM, Corporación Araracuara-COA. (inédito) Bogotá.
- Andrade G. I. y Rubio H. 1990. Efecto de la agricultura migratoria sobre la avifauna del sotobosque en el Mirití-Paraná, Amazonía colombiana. Fundación Puerto Rastrojo. Bogotá, Colombia.
- Angarita H. 1997. Peces, anfibios, reptiles y aves encontrados en los alrededores de los municipios de Leticia y Puerto Nariño (Amazonas): con algunas observaciones de hábitat, hábitos y diversidad. Sistemática y taxonomía. Bogotá.
- Apolinar M. 1915. Especies nuevas – Aves. Boletín de la Sociedad de Ciencias Naturales del Instituto de la Salle (2): 19-20.
- Apolinar M. 1915. Especies nuevas – Aves. Boletín de la Sociedad de Ciencias Naturales del Instituto de la Salle (3): 36-40.
- Apolinar M. 1915. Especies nuevas – Aves. Boletín de la Sociedad de Ciencias Naturales del Instituto de la Salle (8): 115-116.
- Apolinar M. 1916. Especies nuevas - Aves. Boletín de la Sociedad de Ciencias Naturales del Instituto de la Salle (28): 36-38.

- Apolinar M. 1917. Especies nuevas - Aves. Boletín de la Sociedad de Ciencias Naturales del Instituto de la Salle (40): 66-68.
- Apolinar M. 1937. Vocabulario de términos vulgares en historia natural colombiana [02]. Boletín de la Sociedad de Ciencias Naturales del Instituto de la Salle.
- Apolinar M. 1940. Vocabulario de términos vulgares en historia natural colombiana [08]. Boletín de la Sociedad de Ciencias Naturales del Instituto de la Salle.
- Apolinar M. 1941. Vocabulario de términos vulgares en historia natural colombiana [10]. Boletín de la Sociedad de Ciencias Naturales del Instituto de la Salle.
- Apolinar M. 1943. Vocabulario de términos vulgares en historia natural colombiana [14]. Boletín de la Sociedad de Ciencias Naturales del Instituto de la Salle.
- Apolinar M. 1946. Vocabulario de términos vulgares en historia natural colombiana [18]. Boletín de la Sociedad de Ciencias Naturales del Instituto de la Salle.
- Arango I. L. 2001. Caracterización comparativa de la estructura poblacional y el patrón de distribución de *Brosimum rubescens* Taubert, Moraceae, en dos unidades fisiográficas del trapecio amazónico. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Arango N., Armenteras D., Castro M., Gottsmann T., Hernández O. L., Matallana C. L., Morales M., Naranjo L. M., Renjifo L. M., Trujillo A. F. y Villareal H. F. 2003. Vacíos de conservación del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia desde una perspectiva Ecorregional. WWF Colombia (Fondo Mundial para la Naturaleza) - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Cali, Colombia. 64pp.
- Arbeláez F., Gálvis G., Mojica J. I. y Duque S. 2004. Composition and richness of the ichthyofauna in a terra firme forest stream of the Colombian Amazonia. *Amazoniana* XVIII(1/2): 95-107.
- Arbeláez M. V. 2003. Diversity and Dynamics of the Vegetation on Sandstone Plateaus of the Colombian Amazonia. Tesis doctoral. IBED, Facultad de Ciencias, Universidad de Amsterdam. Amsterdam, Países Bajos.
- Arbeláez M. V. & Duivenvoorden J. F. 2004. Patterns of plant species composition on Amazonian sandstone outcrops in Colombia. *Journal of Vegetation Science* 15: 181-188.
- Arbeláez M. V. & Parrado-Rosselli A. 2005. Seed dispersal modes of the vegetation on the sandstone plateaus of the middle Caquetá river region, Colombian Amazonia. *Biotropica*, 37: 64-72.
- Arcos A. L. 2003. Distribución de la asociación micorrícica arbuscular en ecosistemas naturales e intervenidos. En: Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del Trapecio Amazónico. Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC.
- Ardila-Robayo M. C. y Ruíz-Carranza P. M. 1997. Herpetología (Anfibios/ Reptiles), pp. 255-264. En: Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 1997. Zonificación Ambiental para el Plan Modelo Colombo-Brasilero (Eje Apaporis-Tabatinga: PAT). Bogotá.
- Arnedo L. F. 1999. Efecto de la calidad y disponibilidad de frutos en el tamaño de los subgrupos en el mono araña (*Ateles belzebuth*). Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Arroyave J. 2005. Estructura de la comunidad de aguas negras Amazónicas en el Parque Nacional Natural Amacayacu, Amazonas, Colombia. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Biólogo. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

- Avella E. A. y Rodríguez K. 2005. Propagación y diagnóstico de regeneración natural de algunas especies maderables empleadas por la comunidad indígena de Mocagua, asentada en el Parque Nacional Natural Amacayacu (Amazonas Colombia). Tesis de pregrado. Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad Distrital. Bogotá, Colombia.
- Avila-Pires T. C. S. 1995. Lizards of Brazilian Amazonia (Reptilia: Squamata). Zool. Verh. Leiden 299: 1-706.
- Bangs O. 1899. On some new or rare birds from the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. Proc. Biol. Soc. 13: 91-108.
- Banguera-Hinestroza E. H., Cárdenas M., Ruiz-García M., Marmontel E., Gaitan R., Vásquez F., García-Vallejo. 2002. Molecular identification of evolutionarily significant units in the Amazon river dolphin *Inia* sp. (Cetacea: Iniidae). The Journal of Heredity 93: 312-322.
- Barlow J. C. & Dick J. A. 1969. Ochre-Striped Antpitta in Colombia. Auk 86(4): 759.
- Barrera-Zambrano V.A. 2004. Frugivoría y dispersión de semillas de dos árboles de dosel (*Apeiba* sp. y *Cecropia membranacea*) en los PNN Amacayacu y Tinigua, Colombia. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia.
- Batista J. da Silva. 2001. Estimativa da variabilidade genética intra-específica da dourada - *Brachyplatystoma flavicans* Castelnau 1855 (Pimelodidae - Siluriformes) no sistema Estuario - Amazonas - Solimoes. Dissertação (Biologia Tropical e Recursos Naturais), Universidade do Amazonia. Instituto Nacional da Pesquisas do Amazonia.
- Bedoya M. 1999. Patrones de cacería en una comunidad indígena Ticuna en la Amazonia colombiana. pp. 71-75. En: Fang T., Montenegro O. y Bodmer R. (eds.). 1999. Manejo y Conservación de Fauna Silvestre en América Latina. Instituto de Ecología, La Paz. 469pp.
- Beltrán S., Díaz J., Trujillo F. y Dignum H. 1994. Descripción de algunos aspectos ecológicos de la nutria gigante (*Pteronura brasiliensis*) en el río Caquetá, Colombia. pp 51. Resumen 6ª Reunión de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur. Florianópolis.
- Beltrán-Tolosa L. M. 2003. Estudio de la composición macrotaxonómica de la comunidad de macroinvertebrados y hongos asociados a la hojarasca aportante a los igarapés amazónicos. Trabajo de grado para optar el título de Biología y Microbiología. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología y Microbiología. Universidad de Los Andes. Bogotá. 62pp.
- Bergeron S. 1992. La regeneration naturelle del quelques especies utiles de la foret de terre ferme sur terrasse basse, Amazonas Colombie. Tesis doctoral. Michell Montaigne de Bordeaux. Bordeaux, Francia.
- Bernal C. H. y Saldarriaga D. P. 1995. Contribución al estudio de la fenología de las Myristicaceae y la dispersión de semillas por aves en diferentes unidades fisiográficas en Araracuara. Tesis de pregrado. Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.
- Blake E. R. 1959. New and rare Colombian birds. Lozania (11): 1-10.
- Blake E. R. 1961. Notes on a collection of birds from northeastern Colombia. Fieldiana Zoology 44(4): 25-44.
- Bleher B. & Böhning-Gaese K. 2001. Consequences of frugivore diversity for seed dispersal, seedling establishment and the spatial patterns of seedlings and trees. Oecologia 129: 385-394.

- Bogotá-Gregory J. D. y Maldonado-Ocampo J. A. 2005. La colección de peces del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Nuevos registros y representatividad. Parte II: Amazonia. *Dahlia* 8: 61-69.
- Bogotá-Gregory J. D. y Maldonado-Ocampo J. A. 2006. Peces de la Zona Hidrogeográfica de la Amazonia, Colombia. *Biota Colombiana* 7(1): 55-94.
- Bolívar A. 2001. Estudio del aporte de biomasa de los macroinvertebrados asociados a macrófitos en sistemas fluviolacustres amazónicos (Leticia Amazonas). Trabajo de grado Ecología Universidad Javeriana. Bogotá.
- Bold H. C. 1973. *Morphology of plants*. 3ra ed. Harper Row. Nueva York.
- Bolton B. 1994. *Identification guide to the ant genera of the world*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. U.S.A. 222pp.
- Bolton B. 2003. Synopsis and classification of Formicidae. *Memoirs of the American Entomological Institute* 71: 1-370.
- Bond J. & Meyer de Schauensee R. 1940. On some birds from southern Colombia. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences Philadelphia*. 92: 153-169.
- Bonilla M. A. 1991. Abejas euglosinas de Colombia (Hymenoptera: Apidae). Trabajo de grado para optar al título de Bióloga. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. 103pp.
- Borja R. A. 1982. El ave del mes; el Chamón maicero (*Molothrus bonariensis*).
- Borneman J. & Hartin J. 2000. PCR primers That Amplify Fungal rRNA Genes from Environmental Samples. *Appl. Environ. Microbiol* 66: 4356-4360.
- Botello, J. C. 2000. Ecología y comportamiento del lobo de río (*Pteronura brasiliensis*) en la región del bajo Apaporis, Amazonia colombiana. Tesis de Grado, Universidad del Valle, Facultad de Biología. Cali.
- Brandão, C. R. F. 1991. Adendos ao Catálogo abreviado das formigas de regio neotropical (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 35: 319-412.
- Brandão C.R.F., Diniz J.L.M., Agosti D. & Delabie J.H. 1999. Revision of the Neotropical ant subfamily Leptanilloidinae. *Systematic Entomology* 24: 17-36.
- Broad, S. 1987. The harvest of and trade in Latin American spotted cats (Felidae) and otters (Lutrinae). Reporte no publicado. World Conservation Monitoring Center, Cambridge.
- Broad, S. 1988. Little spotted cat, tiger cat, or oncilla. pp. 124-130. En: Significant trade in wildlife: a review of selected species in CITES Appendix II, Volume 1: Mammals. World Conservation Monitoring Center, Cambridge.
- Brown K. S. Jr. 1991. Conservation of neotropical environments: insects as indicators. pp. 350-410. En: Collins N.M. & Thomas J.A. 1991. *The conservation of insects and their habitats*. Academic Press.
- Brown K. S. Jr. 1994. The use of insects in the study, inventory, conservation and monitoring of biological diversity in Neotropical habitats, in relation to traditional land use systems. *Proceedings International Symposium on Butterfly Conservation Osaka*. Japan.

- Cabrera G. y Nates-Parra G. 1999. Uso de las abejas por comunidades indígenas: los Nukak y las abejas sin aguijón. pp. 59-70. En: Nates-Parra G. (ed.). 1999. Programa, Resúmenes y Memorias III Reunión de la IUSSI Bolivariana. Unión Internacional para el Estudio de los Insectos Sociales. Fondo FEN Colombia. SantaFé de Bogotá, Colombia. 122pp.
- Cabrera T. A. 2000. Aporte al conocimiento de la microflora fúngica del suelo de la Amazonia colombiana, con énfasis en tres grupos funcionales. Trabajo de grado para optar el título de Biólogo. Departamento de Biología. Pontificia Universidad Javeriana. 283pp.
- Cajiao J. 2001. Estructura de la comunidad de hormigueros, horneros y trepatroncos (Clase: Aves) y su posible papel como indicadores para la caracterización de diferentes tipos de bosques en la Amazonia colombiana. Trabajo de grado para optar al título de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes. Bogotá. Colombia. 79pp.
- Cajiao J., von Hildebrand P. y Mejía G. D. 2002. Las aves del sotobosque en la cuenca de Puerto Abeja, Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete. pp. 277-290. En: Documentos de apoyo al Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete. Fundación Puerto Rastrojo. Bogotá, Colombia. 305pp.
- Calderón J., Fierro Y., Jiménez L., León S., Pardo L., Pérez H., Real H. y Suárez M. 2002. Informe de campo sobre la fauna de mamíferos presentes en los alrededores de la ciudad de Leticia, departamento del Amazonas. Curso Sistemática Animal. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 50pp.
- California Academy of Science. 2005. Catalogue of Fishes URL: <http://www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/intro.html> [Fecha consulta: 20060307]. Fecha actualización: 2005-10-17.
- Calixto A. 1999. Observaciones en nidos de la hormiga conga (*Paraponera clavata*) (Hymenoptera: Formicidae). pp. 97. En: Nates-Parra G. (ed.). 1999. Programa, Resúmenes y Memorias III Reunión de la IUSSI Bolivariana. Unión Internacional para el Estudio de los Insectos Sociales. Fondo FEN Colombia. SantaFé de Bogotá, Colombia. 122pp.
- Camacho K. 1998. Fitoplancton en dos lagos de meandro de la llanura de inundación del río Meta (Caquetá Medio) durante dos periodos del año. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Trabajo de grado Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá.
- Campbell V. 1978. Fenología de especies forestales amazónicas. *Cespedesia* 7: 25-26.
- Campbell, J. A. y Lamar, W. W. 1989. *The Venomous Reptiles of Latin America*. Comstock Publishing/Cornell University Press, Ithaca. 423pp.
- Campbell, J. A. y Lamar, W. W. 2004 *The Venomous Reptiles of Western hemisphere*. Tomos I y II. Comstock Publishing/Cornell University Press, Ithaca 820pp.
- Campos C. 1987. Aspectos etnozoológicos relacionados con la actividad de la caza de los indígenas Ticuna, San Martín de Amacayacu, Amazonas. Trabajo de grado para optar al título de Biólogo. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 400pp.
- Canosa A., Pinilla G., Díaz J. y Vargas A. 2003. Influencia del ciclo hidrobiológico sobre la abundancia y biomasa del bacterioplancton en el Lago Boa y los ríos Meta y Caquetá, Amazonía Colombiana. Informe final presentado a Colciencias y Universidad Jorge Tadeo Lozano. 21pp.
- Cárdenas D., Arias-G J. C. y López R. 2005. Árboles y arbustos de la ciudad de Leticia. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi. 120pp.

- Cárdenas D. y López R. 2000. Plantas útiles de la Amazonia colombiana –Departamento del Amazonas- Perspectivas de los productos forestales no maderables. Instituto Sinchi. Ministerios del Medio Ambiente. Colombia
- Cárdenas D. y Ramírez J.G. 2004. Plantas útiles y su incorporación a los sistemas productivos del departamento del Guaviare (Amazonia Colombiana). *Caldasia* 26(1): 95-110
- Cárdenas-L, D., R. López y L. E. Acosta-M. 2004. Experiencia piloto de zonificación forestal en el corregimiento de Tarapacá (Amazonas) Instituto Sinchi-Corpoamazonia. Bogotá. 144pp. + mapas.
- Cardona G. 2004. Evaluación de la diversidad de actinomicetes en suelos bajo tres coberturas vegetales en el sur del Trapecio Amazónico Colombiano. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. 176pp.
- Carvajal F., Posada F., Molina L., Delgado A., Acero L., Araujo O. y Rodríguez F. 1979. Bosques. En: PRORADAM (eds). 1999. La Amazonia colombiana y sus recursos. Proyecto Radargramétrico del Amazonas. Instituto Geográfico Agustín Codazzi - CIAF - Mindefensa. 5 vols. Bogotá.
- Castaño-A. N. 2003. Estimación de la oferta de frutos en el gradiente vertical de un bosque del medio Caquetá, Amazonia Colombiana. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Castaño-A. N. 2005. Crecimiento de plántulas en relación con gradientes de inundación y cantidad de nutrientes en el suelo en un bosque de la Amazonia colombiana. Tesis de maestría, IBED, Facultad de Ciencias, Universidad de Amsterdam. Amsterdam, Países Bajos.
- Castaño-Mora O. V. (Ed.) 2002. Libro Rojo de Reptiles de Colombia. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente, Conservación Internacional-Colombia. 160pp.
- Castaño-Mora O. V. y Lugo-R. M. 1981 Estudio comparativo del comportamiento de dos especies de morrocoy: *Geochelone carbonaria* y *Geochelone denticulata* y aspectos comparables de su morfología externa. *Cespedesia* 10: 55-122.
- Castelblanco-Martínez D. N. 2001. Uso de hábitat y distribución de manatíes en una región de la Orinoquía colombiana. Fundación Omacha. 38pp. Reporte interno.
- Castellanos A. 2000. Diagnóstico y evaluación de las poblaciones de fauna silvestre con mayor presión de caza en el sector sur del Parque Nacional Natural Amacayacu. Informe Final. Parque Nacional Natural Amacayacu, Regional Amazonia, Orinoquia. 44pp.
- Castellanos-Sanchez L., Maldonado-S. R. A. y Alonso-G, G. 2005. Apoyo a la formulación del programa para la conservación y uso sostenible del Caimán negro (*Melanosuchus niger*, spix 1825) en la amazonía colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - Sinchi y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia. Informe de investigación. 10pp.
- Castillo M. A. 2002. Caracterización de la comunidad de aves del sotobosque en dos bosques en la Cuenca de La Piscina en el sector sur oriental del Parque Nacional Natural Chiribiquete. Trabajo de grado para optar al título de Bióloga. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. 68pp.
- Castillo T. 2000. Productividad primaria de la comunidad fitoperifítica que coloniza sustratos artificiales en dos lagos de la Amazonia colombiana. Trabajo de grado MSc. Departamento Biología, Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá.

- Castillo-Ayala C. 2002. Situación actual del conocimiento del los mamíferos voladores (Orden Chiroptera) en la cuenca del bajo río Caquetá (Amazonas). Informe de Consultoría. Conservación Internacional. 7pp.
- Castro D. M. 1994. Peces del río Putumayo. Sector de Puerto Legizamo. Corporación Autónoma Regional del Putumayo, CAP. Mocoa (Putumayo). 163pp.
- Castro N. M. y Dorado V. A. 2003. Determinación de diversidad y abundancia de la fauna de macroinvertebrados bentónicos presentes en época seca en la laguna Vaticano municipio de Florencia (Caquetá). Trabajo de grado. Biología, Universidad de la Amazonia. Florencia. 66pp.
- CEGA. 1992. Amazonia colombiana: Diversidad y Conflicto. Comisión Nacional de Investigaciones Amazónicas CONIA, Colciencias, Centro de Estudios Ganaderos y Agrícolas -CEGA-. Bogotá. 404pp.
- Cepeda-Aponte O. I. 1999. Meliponicultura en Puerto Nuevo (Río Mirití, Amazonas, Colombia). pp. 71. En: Nates-Parra G. (ed.). 1999. Programa, Resúmenes y Memorias III Reunión de la IUSSI Bolivariana. Unión Internacional para el Estudio de los Insectos Sociales. Fondo FEN Colombia. Santafé de Bogotá, Colombia. 122pp.
- Chaparro de Valencia M. y Aguirre J. 2002. Hongos liquenizados. Universidad Nacional de Colombia. Colección textos No. 8. Bogotá, Colombia. 220pp.
- Chapman C., Wrangham R., Chapman L. J., Kennard D. K. y Zanne A. E. 1999. Fruit and flower phenology at two sites in Kibale National Park, Uganda. *Journal of Tropical Ecology* 15: 189-211.
- Chapman F. M. 1915. Description of proposed new birds from Central and South America. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 34(11): 363-388. Versión electrónica en la URL: <http://hdl.handle.net/2246/821> [Fecha consulta: 2006-05-31].
- Chapman F. M. 1923. Description of proposed new birds from Venezuela, Colombia, Ecuador, Peru and Chile. *American Museum Novitiates* (96): 1-12. Versión electrónica en la URL: <http://hdl.handle.net/2246/4598> [Fecha consulta: 2006-05-31].
- Chapman F. M., Cherrie G. K., Fuertes L. A., Ring T. M., Howes P. G., O'Connell G. M., Richardson W. B., Miller L. E., Allen A. A. & Smith H. H. 1914. Diagnoses of apparently new Colombian birds, II. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 33(12): 167-192. Versión electrónica en la URL: <http://hdl.handle.net/2246/1750> [Fecha consulta: 2006-05-31].
- Chapman F. M., Miller L. E., Boyle H. S., Allen A. A., Richardson W. B. & Cherrie G. K. 1914. Diagnoses of apparently new Colombian birds, III. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 33(40): 603-637. Versión electrónica en la URL: <http://hdl.handle.net/2246/1751> [Fecha consulta: 2006-05-31].
- Chapman F. M., Miller L. E., Boyle H. S., Allen A. A. & Richardson W. B. 1915. Diagnoses of apparently new Colombian birds, IV. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 34(23): 635-662. Versión electrónica en la URL: <http://hdl.handle.net/2246/1752> [Fecha consulta: 2006-05-31].
- Chapman F. M., Richardson W. B., Fuertes L. A., Miller L. E., Cherrie G. K., Howes P. G., O'Connell G. M., Ring T. M. & Boyle H. S. 1917. The Distribution of bird-life in Colombia: a contribution to a biological survey of South America. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 36: 1-729. Versión electrónica en la URL: <http://hdl.handle.net/2246/1243> [Fecha consulta: 2006-05-31].

- Cháves M.E. (ed.) 1998. Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad – Colombia. Tomo I. Causas de la pérdida de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- CHM. 2005. Mecanismo de Facilitación de Convenio sobre Diversidad Biológica. Directorio Nacional de Investigadores en Biodiversidad, IAvH.
- Clark J. S., Beckage B., Camill P., Cleveland B., Hillerislambers J., Lichter J., Mclachlan J., Mohan J. y Wyckoff P. 1999. Interpreting recruitment limitation in forests. *American Journal of Botany* 86: 1-16.
- Claros L. 2002. Cuencas hidrográficas del área de jurisdicción de Corpoamazonia. Plan de manejo Ambiental. Corpoamazonia. Leticia 28pp.
- Cochran D. M. & Goin C. J. 1970. Frogs of Colombia. *United States National Museum Bulletin* (288): 1-650.
- Coello L. y Trujillo F. 2004. Presencia de la nutria neotropical *Lontra longicaudis* en el área de influencia de Puerto Nariño, Amazonas. Informe Fundación Omacha – Fondo para la Acción Ambiental C4APA-370-04.
- Colciencias. 2006. RED SCienTI. Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas” – Conciencias – URL: <http://pamplonita.colciencias.gov.co:8081/scienti/html/index.html>
- Collazos A. 2005. Capacidad Bioindicadora del Orden Trichoptera en la zona rural y urbana de la Quebrada La Perdiz Municipio de Florencia – Caquetá. Trabajo de grado Biología. Universidad de la Amazonia. Florencia. 128pp.
- Conforti V. & Nudelman M.A. 1994. Ultrastructure of the lorica of *Trachelomonas* Ehr. From the colombian Amazonia. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 27(4): 1-26.
- Connell J. H. 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and in rain forest. pp. 298-312. En: Den Boer P.J. y Gradwell G.R. (eds.). 1971. *Dynamics of Populations*. Center for Agricultural Publishing and Documentation. Wageningen, Países Bajos.
- Cornuet, J. M. & G. Luikart. 1996. Description of power analysis of two tests for detecting recent population bottlenecks from allele frequency data. *Genetics* 144: 2001-2014.
- Cornuet, J. M., S. Piry, G. Luikart, A. Estoup & M. Solignac. 1999. New methods employing multilocus genotypes to select or exclude populations as origins of individuals. *Genetics* 153: 1989-2000.
- Corpoamazonia, Sinchi, Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander von Humboldt - IAvH y Unidad Especial de Parques Nacionales Naturales - UAESPNN. 2006. Caja de Herramientas. Bases de datos de institutos de investigación y universidades colombianas. Documentos electrónicos en CD. Plan de Acción Regional en Biodiversidad (PARB). Bogotá y Leticia, Colombia.
- Correa L. G. 1995. Estudio de la relación entre aves frugívoras y la dispersión de semillas en la región de Araracuara. Tesis de pregrado. Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia.
- Correa S. B. 2003. Ichthyofauna of lago Taraira, lower río Apaporis system, Colombian Amazon. *Dahlia* 6: 59-68.

- Cortés, R. y Franco P. 1997. Análisis panbiogeográfico de la flora de la sierra de Chiribiquete, Colombia. *Caldasia* 19: 465-478.
- Cory C. B. & Hellmayr C. E. 1924. Catalogue of the birds of the Americas (Pteroptochidae, Conopophagidae, Formicariidae). *Field Museum Natural History Zool.* 13(3): 1-369.
- CPRM y Sinchi. 2000. Zoneamento Ecológico-Económico Brasil-Colombia. Eixo Tabatinga-Apaporis PAT. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais del Brasil CPRM-Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Manaus. 246pp.
- Cuadros T. 1993. Distribución ecológica de la avifauna de Araracuara (Amazonas). *Revista de ICNE* 4: 15-30.
- Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista de la Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales* 10(40): 221-268.
- Cuervo A., Hernández-Camacho J. y Cadena A. 1986. Lista actualizada de los mamíferos de Colombia: anotaciones sobre su distribución. *Caldasia* 15: 471-501.
- Currea-Dereser I. A. 2001. Estudio de adultos de Ephemeroptera en el Parque Nacional Natural Chiribiquete (Caquetá, Colombia). Trabajo de Grado de Biología. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Los Andes. Bogotá. 77pp.
- Currea-Dereser A. 2006. Degradación de hojarasca en un igarapé (Leticia, Amazonas, Colombia): La acción de grupos funcionales de insectos acuáticos. Universidad Nacional de Colombia. Sede Amazonia. Leticia, Amazonas. 92pp.
- Daly D. y Prance G. 1989. Brazilian Amazon. En: Campbell D.G. & Hammond H.D. (eds) *Floristic inventory of tropical countries*. New York Botanical Garden.
- De la Hoz, N. 1998. Caracterización de los patrones de cacería en la comunidad de Aduche y el asentamiento de Puerto Santander-Araracuara, medio Caquetá, Amazonia colombiana. Trabajo de grado para optar al título de Bióloga, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- De Vries N. 1994. Seed dispersal by birds and primates during a period of fruit scarcity in the Amazonian tropical rain forest of Peña Roja. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias, Universidad de Utrecht. Utrecht, Países Bajos.
- Defler T. 1983. Observaciones sobre los primates del bajo río Mirití-Paraná, Amazonas, Colombia. *Lozania (Acta Zoológica Colombiana)* 46: 13.
- Defler T. 1989. Recorrido y uso del espacio en un grupo de *Lagothrix lagothricha* (Primates: Cebidae) mono lanudo churuco en la Amazonia colombiana.
- Defler T. 1989. The status and some ecology of primates in the Colombian Amazon. *Primate Conservation* 10: 51-55.
- Defler T. 1989. Wild and woolly. *Animal Kingdom* 1989: 37-43.
- Defler T. 1991. Preliminary observations of *Cacajao melanocephalus* Humboldt, 1811 (Primates, Cebidae) in Colombia. *Trianea* 4: 557-558.
- Defler T. 1994. A capture of and some notes on *Atelocynus microtis* (Sclater, 1883) (Carnivora: canidae) in the Colombian Amazon. *Trianea* 5: 417-419.

- Defler T. 1994. *Callicebus torquatus* is not a white-sand specialist. American journal of primatology 33: 149-154.
- Defler T. 1994. La conservación de primates en Colombia. Trianea 5: 255-287.
- Defler T. 1995. The time budget of a group of wild woolly monkeys (*Lagothrix lagothricha*). International Journal of Primatology 16(1): 107-120.
- Defler T. 1996. An IUCN classification for the primates of Colombia. Neotropical Primates 4(3): 77-78.
- Defler T. 1996. Aspects of the ranging pattern in a group of wild woolly monkeys (*Lagothrix lagothricha*). American Journal of Primatology 38: 289-302.
- Defler T. 1996. The IUCN conservation status of *Lagothrix lagothricha lugens* Elliot, 1907. Neotropical Primates 4(3): 78-80.
- Defler T. 1999. Fission-fusion in the black-headed uacari (*Cacajao melanocephalus*) in eastern Colombia. Neotropical Primates 7(1): 5-8.
- Defler T. 1999. Locomotion and posture in *Lagothrix lagothricha*. Folia Primatologica 70: 313-327.
- Defler T. 2003. Primates de Colombia. Rodriguez-Mahecha J.V. (ed.). Conservacion Internacional, Series de Guías Tropicales de Campo 4. Bogota. 543 pp
- Defler T. y Defler S. 1996. Diet of a group of *Lagothrix lagothricha lagothricha* in southeastern Colombia. International Journal of Primatology 17(2): 161-190.
- Defler T., Yucuna C. y Bennett S. 1999. Zoonomía vernácula en Yucuna. Caldasia 21(2): 219-234.
- Delgado C. A. 2000. Ampliación distribucional del Saltarín Mayor (*Schiffornis major*) en Colombia. Boletín SAO 11(20-21): 38-42.
- Demmer J. 1993. Pollination and dispersal in the understory of two types of rain forest in the western Amazon Colombia. Tesis de pregrado, IBED, Facultad de Ciencias, Universidad de Amsterdam. Amsterdam, Países Bajos.
- De Massary J. C. y Hoogmoed M. S. 2001. *Crocodylus amazonicus* Spix, 1825: The valid name for *Crocodylus lacertinus auctorum* (nec Daudin, 1802) (Squamata: Teiidae). J. Herpetol. 35(2): 353-357.
- De Massary J. C., Hoogmoed M. S. y Blanc M. 2000. Comments on the type specimen of *Dracaena guianensis* Daudin 1801 (Reptilia: Sauria: Teiidae), and rediscovery of the species in French Guiana. Zool. Mededl. 74: 167-180.
- Dias D. 1958. Contribuição para o conhecimento da bionomia de *Bombus incarum* Franklin da Amazônia (Hymenoptera: Bombidae). Revista Brasileira de Entomologia 8: 1-20.
- Dias, D. 1960. Notas sobre un ninho de *Bombus* construido acima do chao (Hymenoptera: Apoidea). Revista Brasileira de Entomologia 9: 151-156.
- Díaz M. 1995. Caracterización limnológica preliminar de los lagos de Tarapoto, El Correo y Caballo Cocha, Amazonia central (Colombia - Perú). U. Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.
- Diazgranados D. (coord). 2003. Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del Trapecio Amazónico. INPA III. Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. Bogotá, Colombia. CD.

- Diazgranados M. C. y Trujillo F. (eds.). 2004. Fauna Acuática en la Orinoquia colombiana. Pontificia Universidad Javeriana, Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo – IAvH – GTZ. Bogotá.
- Dinerstein E., Olson D., Graham D., Webster A., Primm S., Bookbinder M. y Ledec G. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecorregiones terrestres de América Latina y el Caribe. WWF / BANCO MUNDIAL.
- Domínguez, C. 1985. Amazonia colombiana. Biblioteca Banco Popular. Textos Universitarios. Bogotá.
- Domínguez, C. 1987. Colombia y la panamazonia. En: Jimeno M., Cárdenas S., Sierra A.M., Leyva P. y Guarnizo A. (eds). 1987. Colombia Amazónica. Universidad Nacional de Colombia – Fondo FEN Colombia. Bogotá.
- Duellman, W. E. 1978 The biology of an equatorial herpetofauna in Amazonian Ecuador. Univ. Kansas Mus. Nat. Hist, Misc. Publ. (65): 1-352.
- Duellman, W. E. & Trueb L. 1994. The Biology of the Amphibia. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Dugand A. 1941. Adiciones a la lista de aves conocidas en Colombia. Caldasia (3): 53-61.
- Dugand A. 1941. Clave analítica artificial de las rapaces (Accipitridae y Falconidae) colombianas.
- Dugand A. 1941. Monografías ornitológicas colombianas: Ramphastidae. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 4(15-16): 356-362.
- Dugand A. 1942. Monografías ornitológicas colombianas: Trogonidae. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 5(17): 69-75.
- Dugand A. 1945. Notas ornitológicas colombianas, II. Caldasia 3(14): 397-405.
- Dugand A. 1946. Notas ornitológicas colombianas, III. Caldasia 4(18): 277-280.
- Dugand A. 1948. Notas ornitológicas colombianas, V. Caldasia 5(21): 157-199.
- Dugand A. 1951. Descubrimiento de *Cathartes burrovianus* Cassin, en Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 8(30): 154-156.
- Dugand A. 1951. Notas ornitológicas colombianas, V. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 8(30): 157-163.
- Dugand A. 1952. Algunas aves del río Apaporis. Lozania (4): 1 -12.
- Dugand A. y Borrero J. I. 1946. Aves de la ribera colombiana del Amazonas. Caldasia 4(17): 131-167.
- Dugand A. y Borrero J. I. 1948. Aves de la confluencia del Caquetá y Ortegua (base aérea de Tres Esquinas) Colombia. Caldasia 5(21): 115-156.
- Dugand A. y Eisenmann E. 1983. Rediscovery of, and new data on, *Molothrus armenti* Cabanis. Auk 100(4): 991-992.
- Dugand A. y Phelps W. 1948. Aves de la ribera colombiana del río Negro (frontera de Colombia y Venezuela). Caldasia 5(22): 225-245.

- Dunn E.R. 1944. Los géneros de anfibios y reptiles de Colombia. *Caldasia* 2 (10): 497-529.
- Dunn E.R. 1945. Los géneros de anfibios y reptiles de Colombia IV. *Caldasia* 3 (13): 307-335.
- Duivenvoorden, J. F., Lips J. M. y Palacios P. 1988. Levantamiento ecológico de parte de la cuenca del medio Caquetá en la amazonía colombiana. *Colombia Amazónica* 3(1): 7-38.
- Duivenvoorden J.F. y Lips J.M. 1993. Ecología del medio Caquetá. Memoria explicativa de los mapas. Fundación Tropenbos Colombia. Santa fe de Bogotá. 301pp.
- Duivenvoorden, J. F. y H. Lips. 1993. Ecología del paisaje del Medio Caquetá. En: J. Saldarriaga y T. van der Hammen (eds) *Estudios en la Amazonía Colombiana*. Vol. 3. Tropenbos Colombia. Bogotá.
- Duivenvoorden, J. F. & Cleef A.M. 1994. Amazonian savanna vegetation on the sandstone plateau near Araracuara, Colombia. *Phytocoenologia* 24: 197-232.
- Duivenvoorden J. F. 1995. Tree species composition and rain forest-environment relationships in the Middle Caquetá area, Colombia, NW Amazonia. *Vegetatio* 120: 91-113.
- Duivenvoorden J. F. 1996. Patterns of tree species richness in rain forests of the Middle Caquetá area, Colombia, NW Amazonia. *Biotropica* 28: 142-158.
- Duivenvoorden J. F., Svenning J. C. & Wright S. J. 2002. Beta diversity in tropical forests. *Science* 295: 636-637.
- Duque A. 1982. El ave del mes; el Tente (*Psophia crepitans*). Grupo Ecológico De La Universidad Del Tolima 1981. Guácharos y policías.
- Duque S.R. 1998. Estudio de humedales en la Amazonia colombiana. pp: 73-92. En: Guerrero E. (ed.). 1998. Una aproximación a los humedales en Colombia. Unión Mundial Para la Naturaleza UICN, Fondo FEN Colombia. 163pp.
- Duque A. J. 2004. Plant Diversity Scaled by Growth Forms along Spatial and Environmental Gradients: a Study in the Rain Forests of NW Amazonia. Tesis doctoral. IBED, Facultad de Ciencias, Universidad de Amsterdam. Tropenbos PhD Series 1, Tropenbos-International. Wageningen, Países Bajos.
- Duque A. J., Cavelier J. & Posada A. 2003. Strategies of tree occupation at the local scale in terra firme forests in the Colombian Amazon. *Biotropica* 35: 20-27.
- Duque A. J., Sánchez M., Cavelier J. y Duivenvoorden J. F. 2002. Differential floristic patterns among understory and canopy woody plants in Colombian Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* 18: 499-525.
- Duque S. R. 1994. Composición de la comunidad del fitoplancton en algunos ambientes lénticos de la Amazonia Colombiana-CINDEC. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá (inédito).
- Duque S. R. 1995. Euglenofitas pigmentadas de la Amazonia colombiana. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 19(75): 651-659.
- Duque S. R. 1998. Estudio de humedales en la Amazonia colombiana. pp: 73-92. En: Guerrero E. (ed.). 1998. Una aproximación a los humedales en Colombia. Unión Mundial Para la Naturaleza UICN, Fondo FEN Colombia. 163pp.
- Duque S. R. y Donato J. C. 1993. Primeros registros de *Micrasterias* (Desmidiaceae) en lagos del río Amazonas de Colombia. *Caldasia* 17(2): 354-355.

- Duque S. R. y Donato J. C. 1994. Primeros registros de *Closterium* (Desmidiaceae) en lagos de la orilla colombiana del río Amazonas. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 19(73): 259-264.
- Duque S. R. y Donato J. C. 1995a. Primeros registros de *Actinotaenium* y *Cosmarium* (Zygophyceae) en lagos de la orilla colombiana del río Amazonas. Caldasia 18(2): 203-210.
- Duque S. R. y Donato J. C. 1995b. Primeros registros de desmicias filamentosas (Zygophyceae) en lagos de la orilla colombiana del río Amazonas. Bol. Ecotrop. 29: 1-10.
- Duque S. R. y Donato J. C. 1996. Desmidioflórula de lagos marginales del río Amazonas en Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 20(76): 57-61.
- Duque S. R. y Núñez-Avellaneda M. 1997a. Catálogo ilustrado y biología de las comunidades de algas asociadas a los ambientes acuáticos de la Amazonia Colombiana. Informe. Instituto Sinchi.
- Duque S. R. y Núñez-Avellaneda M. 1997b. Ficoflora de algunos ambientes acuáticos de la Amazonia colombiana. Caldasia 19(1-2): 37-42.
- Duque S. R. y Núñez-Avellaneda M. 2000. Microalgas acuáticas de la Amazonia colombiana. Biota Colombiana 1(2): 208-216.
- Duque S. R., Ruíz J. E., Gómez J. y Roessler E. 1997. Limnología. Pág. 69-134. En: IGAG (ed.). 1997. Zonificación ambiental para el plan modelo Colombo – Brasileiro (Eje Apaporis - Tabatinga: PAT) IGAC. Santafé de Bogotá. Editorial Linotipia.
- Echenique R. O., Núñez-Avellaneda M. y Duque S.R. 2004. Chlorococcales de la Amazonia Colombiana I: Chlorellaceae y Scenedesmaceae. Caldasia 26(1): 37-51.
- Echeverri H. 1986. Avifauna parcial, Parque "Las Orquideas". Inderena. Medellín, Colombia. 239pp.
- Eisenberg J. y Thorington R.W.Jr. 1973. A preliminary analysis of a Neotropical mammal fauna. Biotropica 5: 150-161.
- Eizirik, E., Kim J. H., Menotti-Raymond M., Crawshaw P., O'Brien S. J. & Johnson W. 2001. Phylogeography, population history and conservation genetics of jaguars (*Panthera onca*, Mammalia, Felidae). Molecular Ecology 10: 65-79.
- Ellesworth J.A y Hoelzer G.A. 1998. Characterization of microsatellite loci in a New World Primate, the mantled howler monkey (*Alouatta palliata*). Molecular Ecology 7: 657-658.
- Emmons, L. H. 1988. A field study of ocelots (*Felis pardalis*) in Peru. Reviste d' Ecologie (Terre Vie). 43: 133-157.
- Engel M. S. & Brooks R. W. 1999. The Augochlorine Bee Genus *Megaloptilla* (Hymenoptera: Halictidae). The University of Kansas Natural History Museum Special Publication (24): 9-15.
- Espinal, L. S. y Montenegro E. 1963. Formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el mapa ecológico. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. 221pp.
- Estrada, J. y Fuertes J. 1993. Estudios botánicos en la guyana colombiana, IV. Notas sobre la vegetación y la flora de la serranía de Chiribiquete. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 13(71): 483-497.
- Etheridge R. 1970. A review of the South American Iguanid lizard genus *Plica*. Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology 19(7): 237-256.

- Etheridge R. 1968. A review of the iguanid lizard genera *Uracentron* and *Strobilurus*. Bulletin of the British Museum (Natural History), Zoology 17(2): 47-64.
- Etter A. 1992. Caracterización ecológica general y de la intervención humana en la Amazonia colombiana. Pp: 27:67. En: Andrade G., Hurtado A. y Torres R. 1992. Amazonia colombiana: Diversidad y Conflicto. Comisión Nacional de Investigaciones Amazónicas CONIA, Colciencias, Centro de Estudios Ganaderos y Agrícolas-CEGA-. Bogotá. 404pp.
- Etter A. 1998. Mapa general de ecosistemas de Colombia. En: Chaves M.E. (ed.) 1998. Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad – Colombia. Tomo I. Causas de la pérdida de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Etter A., Andrade A. y Martínez J. 1988. Levantamiento ecológico general del bajo río Guayabero (La Macarena-El Raudal) (1:100.000). Proyecto DAINCO-CASAM, Corporación Araracuara. (inédito) Bogotá.
- Etter A. 2001. Puinawai y Nukak. Caracterización ecológica general de dos reservas nacionales naturales de la Amazonia colombiana. IDEADE.
- Etter A. 1992. Mapa ecológico general de la Amazonia colombiana (Esc. 1:1.500.000). En: Andrade G., Hurtado A. y Torres R. (eds). 1992. Amazonia colombiana, diversidad y conflicto. Centro de Estudios Ganaderos y Agrícolas. Bogotá.
- Fagua G. y Tavera-Casas S. 2004. Una sinopsis del diagnóstico de la capacidad colombiana en investigación en invertebrados terrestres con fines de aprovechamiento y acceso a sus recursos genéticos. Entomólogo 32(98): 2-23.
- Faivovich J., Haddad C. F. B., Garcia P. C. A., Frost D. R., Campbell J. A & Wheeler W. C. 2005. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hylinae: phylogenetic analysis and taxonomic revision. Bulletin of the American Museum of Natural History (294): 1-240.
- Fandiño-Lozano M. y van Wyngaarden W. 2005. Prioridades de conservación biológica para Colombia. Grupo Arco, Bogotá. 188pp.
- Fernández F. 1990. Hormigas cazadoras de Colombia (Hymenoptera: Formicidae: Ponerinae). Tesis de grado para optar al título de Biólogo, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Fernández F. 1991. Hormigas cazadoras del género *Ectatomma* (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. Caldasia 16: 551-564.
- Fernández F. 1995. La diversidad de los Hymenoptera en Colombia. pp. 373-442. En: Rangel J. O. (ed.). 1995. Colombia Diversidad Biótica I. Universidad Nacional de Colombia. Santa Fé de Bogotá, Colombia. 442p.
- Fernández F. 1996. Expedición a la Serranía del Chiribiquete, Colombia. Sphecos.
- Fernández F. 2001. Hormigas de Colombia. IX: Nueva especie de *Lenomyrmex* (Formicidae: Myrmicinae). Revista Colombiana de Entomología 27(3-4): 201-204.
- Fernández F. 2002. Revisión de las hormigas Camponotus del subgénero *Dendromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae). Papeis Avulsos de Zoologia 42(4): 47-101.

- Fernández F. (ed.). 2003a. Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. xxvi + 398pp.
- Fernández F. 2003b. The myrmicine ant genera *Ochetomyrmex* Mayr and *Tranopelta* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 41(3): 1-24.
- Fernández F. 2003c. Revision of the myrmicine ants of the *Adelomyrmex* genus-group. *Zootaxa* 361: 1-52.
- Fernández F. 2004a. The american species of the myrmicine ants genus *Carebara* Westwood (Hymenoptera: Formicidae). *Caldasia* 26(1): 191-238.
- Fernández F. 2004b. *Adelomyrmecini* new tribe and *Cryptomyrmex* new genus of myrmicine ants (Hymenoptera: Formicidae). *Sociobiology* 44(2): 325-335.
- Fernández F. 2004c. Two new South American species of *Monomorium* Mayr (Hymenoptera: Formicidae) with taxonomic notes on the genus. *Memoirs of the American Entomological Institute* 38.
- Fernández F. y Palacio E. E. 1998. Clave para las *Pogonomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) del Norte de Sudamérica, con la descripción de una nueva especie. *Revista de Biología Tropical* 45(4): 1649-1661.
- Fernández F. y Palacio E. E. 1999. *Lenomyrmex*, an enigmatic new ant genus from the Neotropical Region (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). *Systematic Entomology* 24: 7-16.
- Fernández F., Palacio E., Mackay W. y Mackay E. 1996. Introducción al estudio de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Colombia. pp. 349-412. En: Andrade M.G., Amat G.D. y Fernández F. (eds.). 1996. Insectos de Colombia, estudios escogidos. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras. No. 10. Coedición con el Centro Editorial Javeriano. Santa Fé de Bogotá, Colombia. 541pp.
- Fernández F. y Schneider L. 1989. Hormigas de la reserva la Macarena. *Revista Colombiana de Entomología* 15: 38-44.
- Fernández F. y Sendoya S. 2004. Lista de las hormigas neotropicales. *Biota Colombiana* 5(1): 3-93.
- Fernández H. R. y Domínguez R. 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Editorial Universitaria de Tucumán. Universidad de Tucumán. 282pp.
- Field Museum Natural History (FMNH). 2006. The On-line Database of the Field Museum's Collection of Birds. URL: <http://fm1.fieldmuseum.org/collections/search.cgi?dest=birds> [Fecha consulta: 2006-05-15]. Fecha actualización: 2006-04-01.
- Figueiredo M. J. 2002. Seed dispersal by ants of *Costus amazonicus* (Costaceae) in Colombian Amazonia. Tesis de pregrado. Universidad de Lisboa. Lisboa, Portugal.
- Fitzpatrick J. W. & Willard D. E. 1982. Twenty-one birds species new or little known from the Republic of Colombia. *Bulletin British Ornithological Club* 102: 153-158.
- Fjeldsa J. & Krabbe N. 1990. Birds of the high Andes. Univ. Copenhagen and Apollo Press. Copenhagen, Dinamarca. 880pp.
- Forget P. M. 1996. Removal of seed of *Carapa procera* (Meliaceae) by rodents and their fate in rainforest in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology* 12: 751-761.

- Foster R. B. 1982. The seasonal rhythm of fruit fall on Barro Colorado Island. pp 151-172. En: Leigh E.G., Rand A.S. & Windsor D.M. (eds.). 1982. The ecology of a tropical forest: seasonal rhythms and long term changes. Smithsonian Institution Press. Washington D.C., Estados Unidos.
- Fowler H. W. 1943. A collection of freshwater fishes from Colombia, obtained chiefly by brother Nicéforo María Proc. Acad. Nat. Sic. Philadelphia 95: 223 - 226.
- Fowler H. W. 1945a. Colombian zoological survey. Pt. I. --The freshwater fishes obtained in 1945 Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia 97: 93-135.
- Fowler H.W. 1945b. Descriptions of two new fresh-water fishes from Colombia. Notulae Nature of the Academic of Natural Sciences of Philadelphia (158): 1-11.
- Frausin V. H. 2004. Características y propiedades termoreguladoras de algunos meliponinos colombianos. Resúmenes.
- Frausin V. H. y Hernández S. E. 1999. Aportes del Caquetá a la Meliponicultura en Colombia. pp. 72. En: Nates-Parra G. (ed.). 1999. Programa, Resúmenes y Memorias III Reunión de la IUSSI Bolivariana. Unión Internacional para el Estudio de los Insectos Sociales. Fondo FEN Colombia. SantaFé de Bogotá, Colombia. 122pp.
- Fredrickson J. K. & Balkwill D. L. 1998. Sampling and enumeration techniques. pp. 239-254. En: Burlage R. S., Atlas R, Stahl D., Geesey G. & Sayler G. (eds.). 1998. Techniques in Microbial Ecology. Oxford University Press. New York, United States of America. 468pp.
- Friedmann H. 1947. Colombian birds collected by Brother Nicéforo. Caldasia 4(20): 471-494.
- Friedmann H. 1957. The rediscovery of *Tangavius armenti* (Cabanis). Auk 74(4): 497-498.
- Friedmann H. 1958. The status of *Pteroglossus didymus* P.L. Sclater. Auk 75(1): 93-95.
- Frost D. E. y Etheridge, R. E. 1989. A Phylogenetic Analysis and Taxonomy of Iguanian Lizards (Reptilia: Squamata) Univ. Kansas Mus. Nat. Hist. Misc. Publ. 81.
- Frost D. R., Etheridge R. E., Janies D. & Titus T.A. 2001a. Total evidence, sequence alignment, evolution of Polychrotid lizards, and a reclassification of the Iguania (Squamata: Iguania). American Museum Novitates 3343: 38.
- Frost D. R., Rodrigues M. T., Grant T. & Titus T. A. 2001b. Phylogenetics of the Lizard Genus *Tropidurus* (Squamata: Tropiduridae: Tropidurinae): Direct Optimization, Descriptive Efficiency, and Sensitivity Analysis of Congruence Between Molecular Data and Morphology. Molecular Phylogenetics and Evolution 21(3): 352-371.
- Fujita M. K., Engstrom T. A, Starkey D. E & Shaffer H. B. 2004. Turtle phylogeny: insights from a novel nuclear intron. Molecular Phylogenetics and Evolution 31(3): 1031-1040.
- Fundación Puerto Rastrojo. 2001. Atlas de la Amazonia colombiana. Aplicación multimedia en Cd ROM. Fundación Puerto Rastrojo - Embajada de Holanda. Bogotá.
- Fundación Tropenbos. 2003. Memorias del Foro Estudiantil La Investigación en la Amazonia: Procesos, Resultados y Futuro. Bogotá, Colombia.
- Galindo L. F. 2004. Evaluación del estatus sistemático de *Heliconius tristero brower* (Lepidoptera: Nymphalidae): Datos morfológicos, observaciones ecológicas y experimentos de cruces genéticos. Bogotá. Universidad de los Andes. Tesis Magíster en Biología. Universidad de Los Andes. 65pp.

- Gallagher D. S.Jr. & Dixon J. R. 1992 Taxonomic revision of the South American lizard genus *Kentropyx Spix* (Sauria, Teiidae). Museo Regionale di Scienze Naturali Bollettino (Torino) 10(1): 125-171.
- Gallagher D.S.Jr. & Dixon J.R. y Schmidly D.J. 1986 Geographic variation in the *Kentropyx calcarata* species group (Sauria: Teiidae): a possible example of morphological character displacement. J. Herpetol. 20(2): 179-189.
- Gantiva J. 2000. Composición y estructura del fitoperifiton en el lago Yahuaraca (Amazonia colombiana), durante dos períodos hidrológicos. Trabajo de grado Departamento. Biología. Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá.
- García F. y Rodríguez E. 1998. Diversidad y dinámica de las comunidades de aves del sotobosque en una cuenca de la Serranía de Chiribiquete. Informe Técnico. Fundación Puerto Rastrojo. Bogotá, Colombia. 71pp.
- GEMA. 1999. Caracterización biológica del Territorio Kofán, municipio de Orito, Putumayo. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- GEMA. 2000. Caracterización biológica del Territorio Ingano, municipio de San José de Fragua, Caquetá. Informe Técnico. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.
- Géry J. 1990. The fishes of Amazonia. En: Sioli (ed.). 1990. The Amazon: Limnology and landscape ecology of mighty tropical river and its basin. Monographiae Biologiae. Vol 56. Dr. Junk Pub. Dordrecht. 763pp.
- Gieteling C. 1972. Jaguar en ocelot: biologies, bedreiging en bescherming. Unpublished report, WWF Netherlands, AA Zeist.
- Gigante L. M. 2002. Seed and seedling ecology of *Euterpe precatoria* (Arecaceae) in Western Amazonia. Tesis de pregrado. Universidad de Lisboa. Lisboa, Portugal.
- Gilliard E. T. 1946. Two new Gray Seed-Eaters from South America. Auk 63(3): 570-577.
- Gilliard E. T. 1949. A new puff-bird from Colombia. American Museum novitates (1438): 1-3. Versión electrónica en la URL: <http://hdl.handle.net/2246/4313> [Fecha consulta: 2006-05-31].
- Giraldo N. 2002. Importancia del patrón de coloración en la especiación entre *Heliconius melpomene* y *Heliconius heurippa*. Universidad de los Andes. Tesis (Biólogo). Bogotá. 59pp.
- Giraldo, N. 2005. Posible convergencia mimética entre las especies *Heliconius melpomene* y *H. cydno* (Lepidoptera Nymphalidae) en Florencia, Caquetá : aproximación morfológica y genética. Universidad de los Andes. Tesis (Magister en Biología). Bogotá. 48pp.
- Gómez C. 2004. Estimación de abundancia del delfín de río *Inia geoffrensis* por medio de la técnica de marca-recaptura en el lago de Caballo Cocha, Amazonas, Perú. Tesis de Grado. Departamento de Biología, Universidad de los Andes. Bogotá.
- Gómez-Camelo I. V. 2004. Áreas de distribución y alimentación del manatí *Trichechus manatus manatus* en época de aguas altas en la zona de influencia, Puerto Carreño Vichada – Colombia. Tesis Universidad Nacional de Colombia. 89pp.
- González C., Bohórquez D., y Guzmán U. 1997. Investigación hematológica de *Agouti paca* en cautiverio. Resumen 26. Libro de Resúmenes del III Congreso Internacional sobre manejo de fauna silvestre de la Amazonía. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 180pp.

- González M. 2001. Interacciones entre los delfines de río *Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis*, y las pesquerías en el Amazonas. Tesis de Grado. Departamento de Biología, Universidad de los Andes. Bogotá.
- González V. H. 1999. El género *Oxytrigona* (Cockerell, 1917) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) en Colombia. Trabajo de grado para optar al título de Biólogo. Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.
- Gorzula S. & Celsa S.J. 1999. Contribution to the herpetofauna of the Venezuelan Guayana. I: a data base. Scientia Guaianae. 269pp. ISBN 980-6020-48-0.
- Gottsberger G. & Silberbauer-Gottsberger I. 1983. Dispersal and distribution in the Cerrado vegetation of Brazil. Sonderberichten Naturwis. Verein 7: 315-352.
- Goulding M. 1999. Fishes and Fisheries Introduction. pp. 3-7. En: Padoch C., Ayres J.M., Pinedo-Vasquez M. y Henderson A. (eds). 1999. Várzea Diversity, Development and Conservation of Amazonia's Whitewater Floodplains. The New York Botanical Garden Press, Bronx, New York.
- Goulding M., Barthem R. y Ferreira R. 2003. The Smithsonian atlas of the Amazon. Washington. Smithsonian Books.
- Gruezmacher M. 2005. Regeneration of two timber species in the colombian Amazon. Tesis de Maestría. IBED, Facultad de Ciencias, Universidad de Amsterdam. Amsterdam, Países Bajos.
- Guisande C., Andrade C., Granado-Lorencio C., Duque S.R. y Núñez-Avellaneda M. 2002. Effects of zooplankton and conductivity on tropical *Utricularia foliosa* investment in carnivory. Aquatic Ecology 34(2): 137-142.
- Guisande C., Aranguren N., Andrade-Sossa, C., Prat N., Granado-Lorencio C, Barrios M. L., Bolívar A., Núñez-Avellaneda M. y Duque S. R. 2004. Relative balance of the cost and benefit associated with carnivory in the tropical *Utricularia foliosa*. Aquatic Botany 80: 271-282.
- Gutiérrez A. L. 2003. Análisis de algunos aspectos tróficos y reproductivos de la comunidad de peces de un caño de aguas negras amazónicas en cercanías de Leticia (Amazonas, Colombia). Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Biólogo Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Gutiérrez F., Salazar C. y Acosta L. 2004. Perfiles urbanos en la Amazonia colombiana: un enfoque para el desarrollo sostenible. Proyecto Colciencias - Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá.
- Guyer C. y Savage J. M. 1992. Anole systematics revisited. Systematic Biology 41(1): 89-110.
- Hamill D. y Wright S. J. 1986. Testing the dispersion of juveniles relative to adults: a new analytic method. Ecology 67: 952-957.
- Hauschild A. 2005. Das SÄadamerika-Regenwaldhaus im Krefelder Zoo. Reptilia 10(2): 79-82.
- Hellmayr C. E. 1929. Catalogue of birds of the Americas, part VI (Oxyruncidae, Pipridae, Cotingidae, Rupicolidae, Phytotomidae). Field Mus. Nat. Hist. Zool. 13(6): 1-264.
- Hellmayr C. E. 1934. Catalogue of birds of the Americas, part VII (Corvidae, Paridae, Sittidae, Certhiidae, Chamaeidae, Cinclidae, Troglodytidae, Prunellidae, Mimidae, Turdidae, Zeledoniidae, Sylviidae). Field Mus. Nat. Hist. Zool. 13(330): 1- 531.
- Hellmayr C. E. 1936. Catalogue of birds of the Americas, part IX (Tersinidae, Thraupidae). Field Mus. Nat. Hist. Zool. 13(420): 1-458.

- Hellmayr C. E. y Conover H. B. 1942. Catalogue of the birds of the Americas, part 1 n° 1. Field Mus. Nat. Hist. Zool. 13(514): 1-635.
- Hellmayr, C. E. (1905) [Untitled.] Bull. Brit. Orn. Club 15: 53–57.
- Henderson P. A. y Robertson B. A. 1999. On Structural Complexity and Fish Diversity in an Amazonian Floodplain. pp. 45-58. En: Padoch C., Ayres J.M., Pinedo-Vasquez M. y Henderson A. (eds). 1999. Várzea Diversity, Development and Conservation of Amazonia's Whitewater Floodplains. The New York Botanical Garden Press, Bronx, New York.
- Hernández S. E. y Frausin V. H. 2004. Incidencia de algunas condiciones climáticas sobre la actividad camperil en *Melipona* sp. Resúmenes.
- Hernández V. 2001. Distribución espacial de *Pseudolmedia laevis* (Moraceae) en un bosque de tierra firme en el PNN Amacayacu, Amazonia Colombiana. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia.
- Hernández-Camacho J. y Cadena A. 1978. Notas para la revisión del género *Lonchorhina* (Chiroptera: Phyllostomidae). Caldasia 12(5): 199-251.
- Hernández-Camacho J., Hurtado A., Ortiz R. y Walschburger T. 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. En: Halffter G. (comp.). 1992. La diversidad biológica de Iberoamérica I. Acta Zoológica Mexicana Vol. Especial. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo CYTED.
- Hernández-Camacho J. y Rodríguez J.V. 1986. Status geográfico y taxonómico de *Molothrus armenti* Cabanis, 1851 (Aves: Icteridae). Caldasia 15(71-75): 655-664.
- Hernández-Camacho J. y Sánchez H. 1992. Biomas terrestres de Colombia. pp 153-173. En: Halffter G. (comp.). 1992. La diversidad biológica de Iberoamérica I. Acta Zoológica Mexicana Vol. Especial. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo CYTED.
- Herskovitz P. 1950. Mammals of northern Colombia. Preliminary report No. 6: Rabbits (Leporidae), with notes on the classification and distribution of the South American forms. Proceedings of the United States National Museum 100: 327-375.
- Herskovitz P. 1954. Mammals of northern Colombia. Preliminary report No. 7: Tapirs (Genus *Tapirus*), with a systematic review of the American species. Proceedings of the United States National Museum 103: 465-496.
- Herskovitz P. 1960. Mammals of northern Colombia. Preliminary report No. 8: Arboreal rice rats, a systematic revisión of the Subgenus *Oecomys*, Genus *Oryzomys*. Proceedings of the United States National Museum 110: 513-568.
- Herskovitz P. 1971. A new rice rat of the *Oryzomys palustris* group (Cricetidae, Muridae) from northwestern Colombia, with remarks on distribution. Journal of Mammalogy 52: 700-709.
- Herskovitz P. 1977. Living New World monkeys (Platyrrhini). With an introduction to primates. University of Chicago Press. Chicago. 1117pp.
- Herskovitz P. 1983. Two new species of night monkeys Genus *Aotus* (Cebidae: Platyrrhini): A preliminary report on *Aotus* taxonomy. American Journal of Primatology 4: 209-243.
- Heyer W. R. 1979. Systematics of the pentadactylus species group of the frog genus *Leptodactylus* (Amphibia, Leptodactylidae). Smithsonian Contributions to Zoology (301): 1-43.

- Heyer W. R. 1994. Variation within the *Leptodactylus podicipinus-wagneri* complex of frogs (Amphibia: Leptodactylidae). *Smithsonian Contributions to Zoology* (546): 1-124.
- Heyer W. R. 1995. South American rocky habitat *Leptodactylus* (Amphibia: Anura: Leptodactylidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 108: 695-716.
- Heyer W.R. 2005. Variation and taxonomic clarification of the large species of the *Leptodactylus pentadactylus* species group (Amphibia: Leptodactylidae) from Middle America, northern South America, and Amazonia. *Archivos de Zoología* 37: 269-348.
- Hidroestudios. 1993. Sedimentación del río Amazonas sector Leticia-Nazareth. Informe final. Ministerio de Transporte. Universidad Nacional de Colombia Sede Amazonia. Leticia.
- Hidroestudios. 1994. Estudio hidromorfológico y de dinámica fluvial del río Amazonas sector Leticia - Atacuari. Informe final. Ministerio de Transporte. Universidad Nacional de Colombia Sede Amazonia. Leticia.
- Hildebrand P., Bermudez N. y Peñuela M. C. 1997. La tortuga charapa (*Podocnemis expansa*) en el río Caquetá Amazonas, Colombia. Aspectos de la biología reproductiva y técnicas para su manejo. Disloque editores. Colombia. 152pp.
- Hilty S. L. y Brown W. L. 1986. A guide to the birds of Colombia. Princeton Univ. Press, Princeton, New Jersey, United States of America. 836pp.
- Holdridge L. R. 1977. Mapa ecológico de América Central. San José (Costa Rica): Tropical Science Center.
- Hölldobler B. y Wilson E. O. 1990. *The Ants*. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. U.S.A. 732pp.
- Hoogeland C. y Van Leeuwen M. 2001. Fruit dispersal during the high water period in the Amazon flooded forest of the Amacayacu National Park, Colombia: Includes list of bird species of the area. Tesis para optar al título de Maestría. Universidad Libre de Amsterdam, Amsterdam, Países Bajos. <http://www.treemail.nl/download/parrado.pdf>.
- Howe H. F. y Westley L. C. 1988. Mechanics and ecology of mutualism. pp. 107-160. En: Howe H. F. y Westley L. C. (eds.). 1988. *Ecological Relationships of Plants and Animals*. Oxford University Press. Oxford, U.K.
- Hubbell S. P. 1979. Tree dispersion, abundance and diversity in a tropical dry forest. *Science* 203: 1299-1309.
- Hughes L., Dunlop M., French K., Leishman M. R., Rice B., Rodgerson L. y Westoby M. 1994. Predicting dispersal spectra: a minimal set of hypotheses based on plant attributes. *Journal of Ecology* 82: 933-950.
- Hurtado A. 1992. Amazonia colombiana: una puesta en lugar. pp. 13-24. En: Andrade G., Hurtado A. y Torres R. (eds). *Amazonia colombiana, diversidad y conflicto*. Centro de Estudios Ganaderos y Agrícolas. Bogotá D.C.
- Hurtado A. L. 1996. Distribución, uso del hábitat, movimientos y organización social del bufeo colorado *Inia geoffrensis* (Cetacea: Iniidae) en el alto río Amazonas. MSc thesis, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Guaymas. 116pp.
- Lafrancesco G. M., Mateus C. L. y Martínez C. E. 1988. Contribución al estudio de los Passeriformes Rhinocryptidos y Cotingidos de Colombia, entregas 4 y 5, Rhinocryptidos y Cotingidos del Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de La Salle. *Boletín Científico de la Universidad de La Salle* 3(1): 103-141.

- Lafrancesco G. M., Mateus C.L. y Oviedo G. 1985. Contribución al estudio de los Passeriformes Dendrocolaptidos de Colombia, entrega 1, Dendrocolaptidos del Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de La Salle. Boletín Científico de la Universidad de La Salle 1(2): 25-65.
- Lafrancesco G. M., Mateus C.L. y Oviedo G. 1986. Contribución al estudio de los Passeriformes Furnariidos de Colombia, entrega 2, Furnariidos del Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de La Salle. Boletín Científico de la Universidad de La Salle 2(1): 37-82.
- Lafrancesco G. M., Mateus C. L. y Oviedo G. 1987. Contribución al estudio de los Passeriformes Formicariidos de Colombia, entrega 3, Formicariidos del Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de La Salle. Boletín Científico de la Universidad de La Salle 2(2): 63-144.
- Lafrancesco G. M., Mateus C. L. y Umbacia L. E. 1989. Contribución al estudio de los Passeriformes Rupicolidos y Pípridos de Colombia, entregas 6 y 7, Rupicolidos y Pípridos del Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de La Salle. Boletín Científico de la Universidad de La Salle 3(2): 127-155.
- IAvH - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 2006. Proyecto Diversidad de Insectos en Colombia. Bogotá, Colombia. Bases de datos en línea. URL: (<http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=2000611>).
- IBGE. 1993. Mapa de Vegetação do Brasil Map 1:5.000.000. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Rio de Janeiro (Brazil).
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 1996. Memoria técnica mapa de coberturas vegetales, uso y ocupación del territorio. 1:1.500.00. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. Bogotá. 58p.
- IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2004. Guía técnico científica para la ordenación y manejo de cuencas hidrográficas en Colombia (decreto 1729 de 2002). Bogotá, Colombia. 100pp.
- IDEAM, Sinchi, IAvH, IIAP e Invemar. 2002. Sistema de información ambiental de Colombia -SIAC- Tomo 1. Conceptos, definiciones e instrumentos de la información ambiental de Colombia. Bogotá. Pp 1-293.
- IDEAM, IGAC, Sinchi, IAvH, Invemar e IIAP. 2006. Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:500.000. Proyecto y convenio marco. Bogotá.
- IGAC, Colciencias y Tropenbos. 1993. Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del occidente del departamento del Caquetá. Investigaciones para la Amazonia INPA I. Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC y Fundación Tropenbos. Santa fe de Bogotá.
- IGAC. 1979. Proyecto Radargramétrico del Amazonas, Colombia. La Amazonía colombiana y sus recursos PRORADAM. 5 Vols., figuras, fotografías y mapas (escala 1:500.000). Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. Bogotá.
- IGAC. 1993. Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del occidente del departamento del Caquetá. Investigaciones para la Amazonia INPA I. Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC y Fundación Tropenbos. Santa fe de Bogotá.
- IGAC. 1996. Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del municipio de Mitú (departamento del Vaupés). Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, Subdirección de Agrología. Bogotá. 3 tomos, 1261pp.
- IGAC. 1997. Zonificación Ambiental para el plan modelo colombo-brasilero (Eje Apaporis-Tabatinga: PAT). Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. Bogotá. 410p.

- IGAC. 1999. Proyecto Orinoquia-Amazonia ORAM. Paisajes Fisiográficos de Orinoquia-Amazonía, Colombia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.
- IGAC. 1999a. Paisajes fisiográficos de la Orinoquia-Amazonia (ORAM) Colombia. Análisis Geográficos 27-28. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá.
- IGAC. 1999b. Mapa de Vegetación Orinoquia-Amazonia. En: IGAC (eds) Paisajes fisiográficos de Orinoquia - Amazonia (ORAM) Colombia. Análisis Geográficos 27-28. Bogotá.
- IGAC. 2003. Aspectos Ambientales para el ordenamiento Territorial del Trapecio Amazónico. INPA III. Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. Subdirección de Agrología. Bogotá. CD.
- IGAC-INDERENA-CONIF. 1984. Bosques de Colombia (Memoria explicativa). 24 planchas. Bogotá.
- IIAP. 1998. Manual de Zonificación Ecológica Económica para la Amazonia peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana IIAP, Ministerio de Relaciones exteriores. Comisión nacional permanente peruana del Tratado de Cooperación Amazónica TCA. Lima, Perú. 153pp.
- IIAP. 2001. Madre de Dios, camino al desarrollo sostenible. Propuesta de zonificación ecológica económica como base para el ordenamiento territorial. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana IIAP. Puerto Maldonado, Perú. 135pp.
- IIAP. 2003. Propuesta de zonificación ecológica económica de la cuenca del río Aguaytía. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana IIAP. Pucallpa, Perú. 125pp.
- INDERENA. 1989. Guía del Sistema de Parques Nacionales de Colombia. Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 198pp.
- INDERENA-FEN 1986. Colombia, Parques Nacionales. Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Medio Ambiente y Fondo FEN. Bogotá, Colombia. 525pp.
- Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia (ICN). 2004. Colecciones zoológicas Aves. URL: <http://aplicaciones.virtual.unal.edu.co/coleccion/index.jsp#> [Fecha consulta: 2006-05-16]. Fecha actualización: 2004-06-01.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - Fundación Tandachiridu Inganokuna. 2001. Caracterización Biológica del Territorio Indígena Ingano, municipio de San José de Fragua, Departamento de Caquetá, Colombia. Informe Final. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Villa de Leyva, Colombia. 46pp.
- IUCN. 2006. Red List of Threatened Species. <<http://www.iucnredlist.org/>>. Fecha consulta 2006-06-04.
- Janzen D. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forest. *The American Naturalist* 104: 501-528.
- Jansen P. A. y Zuidema P. A. 2001. Logging, seed dispersal by vertebrates and the natural regeneration of tropical timber trees. pp. 35-59. En: Finber R.A., Robinson J.G. y Grajal A. (eds.). 2001. *The Cutting Edge: Conserving Wildlife in Logged Tropical Forests*. Columbia University Press. Nueva York, USA.
- Jansen P.A., Bongers F. y Hemerik L. 2004. Seed mass and mast seeding enhance dispersal by a neotropical scatter-hoarding rodent. *Ecological Monographs*, 74: 569 – 589 pp.
- Jaramillo L. 2001. Predación y sombra de plántulas de *Pseudolmedia laevis* (Moráceae) en un bosque de tierra firme en la Amazonia colombiana. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia.

- Jiménez 2002. Proyecto estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico andino amazónicos. Maracay – Venezuela, 105p.
- Johnson N. F. y Triplehorn C. A. 2004. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. 7th Edition. Saunders College Publishing. USA.
- Jordano P. y Schupp E.W. 2000. Seed disperser effectiveness: The quantity component and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. Ecological Monographs 70: 591-615.
- Kempf W. 1972. Catálogo abreviado das formigas da região neotropical. Studia Entomologica 15: 3-334.
- Kendall S. 1999. Dolphins as people, manatees as maggots: incorporating indigenous knowledge and story into environmental education in the Colombian Amazon. En: O'Donoghue R., Masuku L., Jansen van Rensburg E. y Ward M. (eds.). 1999. Indigenous knowledge in/as environmental education processes, South Africa: Environmental Education Association of Southern Africa.
- Kendall S. y Trujillo F. 1992. Comunidades humanas, educación y la conservación de los delfines en el Amazonas. Paper presented in: Symposium on the Conservation of River Dolphins in South America. Buenos Aires, Argentina. 17pp.
- Kimsey L. S. 1982. Systematics of Bees of the Genus *Eufriesea* (Hymenoptera, Apidae). University of California Publications in Entomology, Volume 95. University of California Press. 124pp.
- Kluge A. G. 1987. Cladistic relationships in the *Gekkonoidea* (Squamata: Sauria) Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Michigan 173: 1-54.
- Lagos L. 1997. Productividad primaria y biomasa fitoplanctónica en el lago Yahuaraca (Amazonia colombiana). Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá.
- Lee D., Gun Zo Y. y Kim S. 1996. Nonradioactive Method to Study Genetic Profiles of Natural Bacterial Communities by PCR-Single-Strand-Conformation Polymorphism. Appl. Environ. Microbiol. 62: 3112-3120.
- Lehmann F. C. 1940. Contribución al estudio y conocimiento de las aves rapaces de Colombia.
- Lehmann F. C. 1943. El género *Morphnus*. Caldasia 2(7): 165-179.
- Lehmann F. C. 1943. Notas sobre algunas raras Accipítridas y Falcónidas colombianas. Caldasia 2(7): 185-189.
- Lehmann F. C. 1959. Observations on the Cattle Egret in Colombia. Condor 61(4): 265-269.
- Lehmann F. C. 1967. The pet trade and extermination. Oryx 9(2): 161-165
- Lehmann F. C. 1960. Contribuciones al estudio de la fauna colombiana, 15. Novedades Colombianas 1: 256-276.
- Lema C. 2003. Estudio comparativo de la estructura poblacional y densidad en poblaciones naturales de *Astrocaryum chambira* (Burret) sometidas a diferentes intensidades de extracción en el Parque Nacional Natural Amacayacu (Amazonia Colombiana). Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Lemke T. O. y Gertler P. E. 1978. Recent observations on the birds of the sierra de La Macarena, Colombia. Condor 80(4): 453-455.

- Lemke T. O. 1979. Fruit-eating behavior of Swallow-Tailed Kites (*Elanoides forficatus*) in Colombia. *Condor* 81(2): 207-208.
- Lemke, T. O. 1981. Wildlife management in Colombia. The first ten years. *Wildl. Soc. Bul.*, 9:28-36.
- Levine J. M. y Murrell D. J. 2003. The community-level consequences of seed dispersal patterns. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 34: 549-574.
- Liévano H. 2002. Instituto Nacional de Salud 1917-2002. *Biomédica* 22(1). Bogotá, Colombia.
- Lodge D. L., Hawksworth D. L. y Ritchie B. J. 1996. Microbial diversity and tropical forest. En: *Ecological Studies Vol 122 Biodiversity and Ecosystem Processes in Tropical Forests*. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg.
- Londoño C. 2000. Efecto de la distancia y la densidad en la predación y la remoción de semillas de *Dacryodes chimantensis* (Burseraceae) en la Amazonia colombiana. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- López R., Cárdenas D. y Marín C. 1997. Recursos vegetales no maderables en el norte del departamento del Guaviare (Amazonia Colombiana). *Perez-Arbelaezia* 4(1-2) : 25-43
- Louisiana State University Museum of Zoology (LSUMZ). 2005. The On-line Database of the Museum of Zoology. Collection of Birds. URL: <http://app1024.lsu.edu/natsci%5CCollections%5Cnatscicolsearch.nsf/OpenMainPage?OpenAgent&ID=1026> [Fecha consulta: 2006-05-16]. Fecha actualización 2005-12-06.
- Lugo J. T. 2002. Estímulos para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Corporación para el Desarrollo Sostenible del sur de la Amazonia. Subdirección de Manejo Ambiental – Corpoamazonia. Mocoa. Colombia. 33pp.
- Lynch J. D. 1980. A taxonomic and distributional synopsis of the Amazonian frogs of the genus *Eleutherodactylus*. *Amer. Mus. Novitates* (2696): 1-24.
- Lynch J. D. 1986. New species of minute leptodactylid frogs from the Andes of Ecuador and Peru. *Journal of Herpetology* 20: 423-431.
- Lynch J.D. 2000. Una aproximación a las culebras ciegas de Colombia (Amphibia: Gymnophiona). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23 (suplemento): 317-337.
- Lynch J. D. 2002. A new species of the genus *Osteocephalus* (Hylidae: Anura) from the western Amazon. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 26(99): 289-292.
- Lynch J. D. 2005. Discovery of the richest frog fauna in the World—an exploration of the forests to the north of Leticia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 29: 581-588.
- Lynch J. D. y Lescure J. 1980. A collection of eleutherodactylid frogs from northeastern Amazonian Peru with the description of two new species (Amphibia, Salientia, Leptodactylidae). *Bull. Mus. Natn. Hist. Nat., Paris* 4th ser, 2: 303-316.
- Lynch J. D. y Suárez-Mayorga A. M. 2001. The distributions of the gladiator frogs (*Hyla boans* group) in Colombia, with comments on size variation and sympatry. *Caldasia* 23(2): 491-507.
- Magnusson W. E. y Lima A. P. 1991. The ecology of a cryptic predator, *Paleosuchus trigonatus*, in a tropical rainforest. *J. Herpetol.* 25(1): 41-48.

- Maldonado-Ocampo J. A. 2004. Peces de la Orinoquia colombiana: una aproximación a su estado actual de conocimiento. pp. 303–368. En: Diazgranados M.C. y Trujillo F. (eds.). 2004. Fauna acuática en la Orinoquia colombiana. Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo Departamento de Ecología y Territorio, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Maldonado-Ocampo J. A. y Usma J. S. 2006. Estado del conocimiento sobre peces dulceacuicolas en Colombia. Tomo II. 174-194 p. En: Chávez, M. E. y Santamaría, M. (eds.). 2006. Informe Nacional sobre el avance en el conocimiento e información sobre Biodiversidad 1998-2004. Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. Colombia. 2 Tomos.
- Malhi Y., Baldocchi D.D. & Jarvis P.G. 1999. The carbon balance of tropical, temperate and boreal forests. *Plant, Cell & Environment* 22: 715.
- Manjarrés-Hernández A. M. 2005. Análisis de la inversión en carnivoría desarrollado por la planta acuática *Utricularia foliosa* (quebrada y lagos de Yahuaraca - Río Amazonas, Colombia). Trabajo de grado Departamento. Biología Universidad del Magdalena, Santa Marta.
- Manjarrés-Hernández A. M., Guisande C., Torres N. N., Valoyes-Valois V., González-Bermúdez A., Díaz-Olarte J., Sanabria-Aranda L. y Duque S. R. 2006. Temporal and spatial change of the investment in carnivory of the tropical *Utricularia foliosa*. *Aquatic Botany* 85(3): 212-218.
- Marín Z. Y. 2000. Productividad primaria de la comunidad fitoplanctónica en el lago Tarapoto (Amazonia colombiana), durante dos períodos hidrológicos. Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá.
- Marín-Corba C., Cárdenas-López D., Suárez-Suarez S. 2005. Utilidad del valor de uso en etnobotánica. Estudio en el departamento de Putumayo (Colombia). *Caldasia* 27(1): 89-101
- Márquez G. y Pérez M. E. 2003. Colombia, un país irrepetible. Introducción a los ecosistemas tropicales. Universidad Nacional de Colombia. IDEA. Bogotá, Colombia. CD y mapa.
- Martín-Piera F. y Fernández T.A. 1996. Coleópteros de la Sierra de Chiribiquete. *Elytron* 10: 23-50.
- Martínez A. 1998. Algunos aspectos del uso del hábitat de la nutria gigante de río, *Pteronura brasiliensis*, (Gmelin 1788) y anotaciones sobre su comportamiento, en el río Meta, Caquetá medio, Amazonia colombiana. Tesis. Bogotá, Colombia.
- Martínez E., Nuñez C. y Bello J. C. 1998. Proyecto Plan de manejo y conservación de la tortuga charapa, *Podocnemis expansa*, en el medio y bajo río Caquetá, Amazonas – Colombia. Etapa I, 1994-1997. Fundación Natura, Programa Parques en Peligro, PEP, USAID / TNC / UAESPNN, Volumen I, Biología de la Conservación – Informe Técnico. Santa Fe de Bogotá. 77pp.
- Martínez-Sánchez A., Diazgranados M.C., Trujillo F. y Álvarez-León R. 2004. Censo de tortugas charapa (*Podocnemis expansa*) y terecay (*Podocnemis unifilis*) (Reptilia; Testudinata; Pelomedusidae) en los ríos Meta y Bitá durante la época de aguas bajas, Orinoquia, Colombiana. Pontificia Universidad Javeriana. Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo.
- Massae N. 2001. La fijación de nitrógeno por leguminosas: Un potencial para la sostenibilidad de agrosistemas. pp. 13-16. En: Universidad de los Andes (eds.). 2001. Primer Simposio Internacional de Ecología Microbiana del Suelo. Bogotá, Colombia. 44pp.
- Matapí D., Yucuna A, Yucuna J. y Trujillo F. 2005. Evaluación de las poblaciones de nutrias gigantes *Pteronura brasiliensis* en el río Caquetá. Informe Fundación Omacha contrato Corpoamazonía.
- MBG. 2002. Missouri Botanical Garden. <http://motbot.motbot.org/w3t/search/vast.html>.

- Medem F. 1952. *Paleosuchus trigonatus* (Schneider) en Colombia Lozania (Acta Zool. Colombiana) 5: 1-12.
- Medem F. 1953 Contribuciones a la taxonomía y distribución del yacare negro, *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier) en Colombia Rev. Colomb. Antropología 1(1): 409-419.
- Medem F. 1955 A new subspecies of *Caiman sclerops* from Colombia. Fieldiana: Zoology. Chicago. 37: 339-343.
- Medem F. 1958. Informe sobre reptiles colombianos (II). El conocimiento actual sobre la distribución geográfica de las Testudinata en Colombia Boletín del Museo de Ciencias Naturales. República de Venezuela 2-3 (1-4): 13-45.
- Medem F. 1960a. Datos zoo-geográficos y ecológicos sobre los crocodylia y testudinata de los ríos Amazonas, Putumayo y Caquetá. Caldasia 8: 341-351.
- Medem F. 1960b. Observaciones sobre la distribución geográfica y ecología de la tortuga *Phrynops geoffroanus* spp. en Colombia. Informe sobre reptiles colombianos (V). Novedades Colombianas 1: 291-300.
- Medem F. 1960c. El primer hallazgo de la tortuga *Phrynops (Batrachemys) nasuta* (Schweigger) en Colombia. Novedades Colombianas 1: 284-290.
- Medem F. 1962a. La distribución geográfica y ecológica de los Crocodylia y Testudinata en el departamento del Chocó. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 11(44): 279-342.
- Medem F. 1962b. Informe final sobre la comisión realizada a los ríos Atrato, San Juan y Baudó. Consejo Nacional de Política Económica y Planeación. Documentos Desarrollo Chocó. Plan Fomento Regional 1959-1969. Cali. Edit. Norma p. 684-693.
- Medem F. 1963 Osteología craneal, Distribución geográfica y ecología de *Melanosuchus niger* (Spix), (Crocodylia: Alligatoridae). Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales 12(45): 5-19.
- Medem F. 1965 Bibliografía comentada de reptiles colombianos. Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales 12(47): 299-346.
- Medem F. 1966. Contribuciones al conocimiento sobre la ecología y distribución geográfica de *Phrynops (Batrachemys) dahli*; (Testudinata, Pleurodira, Chelidae). Caldasia 9: 467-489.
- Medem F. 1967 El género *Paleosuchus* en Amazonia. Atas do Simp.sobre Biota Amaz. 3: 141-162.
- Medem F. 1968. El desarrollo de la herpetología en Colombia. Separata de la Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 13 (50): 160-163
- Medem F. 1969. Estudios adicionales sobre los Crocodylia y Testudinata del alto Caquetá y río Caguán. Caldasia 10: 329-353.
- Medem, F. 1973. Beitrag zur Kenntnis über die Fortpflanzung der Buckel-Schildkröte, *Phrynops (Mesoclemmys) gibbus*. Salamandra 9: 91-98.
- Medem F. 1976 Das Orinoko Korokodil, *Crocodylus intermedius*, in Kolumbien: Studien über seine Naturgeschichte und Verbreitung Natur und Museum 106(8): 237-244.
- Medem F. 1981 Los Crocodylia de sur América. Vol. 1. Los Crocodylia de Colombia. Ministerio de Educación Nacional, Bogotá. 354pp.

- Medem F. 1983 Los Crocodylia de Sur América. Vol. 2. Instituto de Ciencias Naturales, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional. Bogotá. 270pp.
- Medem F. 1983. Reproductive Data on *Platemys platycephala* (Testudines: Chelidae) in Colombia. Pág. 429-434. En: Rhodin A.G.J. & Miyata K. (eds): Advances in Herpetology and Evolutionary Biology. Essays in honor of Ernest E. Williams. Mus. Comp. Zool. Harvard Univ., Cambridge.
- Mejía G. D. y von Hildebrand P. 2002a. Las comunidades de aves de diferentes bosques del Parque Nacional Serranía de Chiribiquete. pp. 57-66. En: Documentos de apoyo al Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete. Fundación Puerto Rastrojo. Bogotá, Colombia. 305pp.
- Mejía G. D. y von Hildebrand P. 2002b. Resultados preliminares de la distribución de las aves de sotobosque en diez zonas de la Amazonia colombiana. pp. 125-133. En: Documentos de apoyo al Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete. Fundación Puerto Rastrojo. Bogotá, Colombia. 305pp.
- Mejía G. D. y von Hildebrand P. 2004. Patrones de reproducción y muda en algunas especies de aves en los bosques de una cuenca de la Amazonia colombiana sector sur oriental del PNN Serranía de Chiribiquete. Fundación Puerto Rastrojo. Bogotá, Colombia. 34pp.
- Mejía G. D., von Hildebrand P. y Álvarez M. 2004. Comunidades de aves del sotobosque y su relación con tipos florísticos y estructurales de la vegetación en una cuenca de la Amazonia colombiana, límite sur oriental del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete. Fundación Puerto Rastrojo. Bogotá, Colombia. 35pp.
- Mejía G. D., von Hildebrand P., Cajiao J. y Arenas C. 2002. La comunidad de aves y su relación con las características del bosque en la cuenca de Puerto Abeja, Parque Nacional Natural Chiribiquete. pp. 291-300. En: Documentos de apoyo al Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Serranía de Chiribiquete. Fundación Puerto Rastrojo. Bogotá, Colombia. 305pp.
- Melgarejo D. M. 2004. Ensamblajes de especies de aves y posibles indicadores del sotobosque de dos bosques en la cuenca de Puerto Abeja, Parque Nacional Natural Chiribiquete, Colombia. Trabajo de grado para optar al título de Ecólogo. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Colombia. 57pp.
- Mesa E. 2002. Evaluación ecológica rápida de la mastofauna silvestre en las cabeceras del Quebradón el Ayo, Amazonia colombiana. Informe final. Conservación Internacional. 45pp.
- Meyer de Schauensee R. 1944. Notes on Colombian birds, with description of a new form of *Zenaida*. Notulae Naturae 114: 1-4.
- Meyer de Schauensee R. 1944. Notes on Colombian Parrots. Notulae Naturae (140): 1-5.
- Meyer de Schauensee R. 1944. Notes on Colombian Woodpeckers, with the description of a new form. Notulae Naturae (141): 1-3.
- Meyer de Schauensee R. 1945. Notes on Colombian Ant-Birds, Ovenbirds and Woodhewers, with description of a new form from Peru. Notulae Naturae (153): 1-15.
- Meyer de Schauensee R. 1945. Notes on Colombian Flycatchers, Manakins and Cotingas. Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia 97: 41-57.
- Meyer de Schauensee R. 1947. On the genera *Automolus* (Formicariidae) and *Myrmeciza* (Formicariidae) in Colombia. Notulae Naturae (186): 1-5.

- Meyer de Schauensee R. 1948 - 1952. The birds of the Republic of Colombia. *Caldasia* 5(22-25): 251-1112.
- Meyer de Schauensee R. 1950. Colombian zoological survey . Part V: New birds from Colombia. *Notulae Naturae* (221): 1-13.
- Meyer de Schauensee R. 1951. Colombian zoological survey 8: on birds from Nariño, Colombia, with the description of new subspecies. *Notulae Naturae* (232): 1-6.
- Meyer de Schauensee R. 1951. Colombian zoological survey. Part IX: A new species of Ant-Birds (*Phlegopsis*) from Colombia. *Notulae Naturae* (241): 1-3.
- Meyer de Schauensee R. 1953. Manakins and Cotingas from Ecuador and Peru. *Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia* 105: 29-43.
- Meyer de Schauensee R. 1966. The species of birds of South America with their distribution. *Acad. Nat. Sci. Phila., Narberth, Penna. United States of America*. 578pp.
- Michener C. D. 2000. *The Bees of the World*. The Johns Hopkins University Press. U.S.A. 913pp.
- Miller A. H. 1960. Additional data on the distribution of some Colombian birds. *Novedades Colombianas* 1(5): 235-237.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y Fundación Omacha. 2005. Programa Nacional de Manejo y Conservación de Manatíes en Colombia (Caicedo-Herrera D., Trujillo F., Rodríguez C. y Rivera M. eds). 176pp.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2005. Programa Nacional para la Conservación del género *Tapirus* en Colombia. MAVDT y Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Ministerio de Educación Nacional. 2003. Lista de los resguardos indígenas por municipio y departamento. Base de datos de los resguardos de Colombia: ubicación y etnias. URL: http://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-85464_Archivo_xls2.xls [Fecha consulta: 2006-05-15]. Fecha actualización: 2005-02-18.
- Mojica J. I. 1999. Lista preliminar de las especies de peces dulceacuícolas de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc: Volúmen XXIII, Suplemento especial*.
- Mojica J. I., Castellanos C., Usma J. S. y Álvarez R. (eds.). 2002. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. La serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 285pp.
- Mojica J. I., Gálvis G., Arbeláez F., Santos M., Vejarano S., Prieto-Piraquive E., Arce M., Sánchez-Duarte P., Castellanos C., Gutiérrez A., Duque S. R., Lobón-Cervia L. y Granado-Lorencio C. 2005. Peces de la cuenca del río Amazonas en Colombia: Región de Leticia. *Biota Colombiana* (6)2: 191-210.
- Molineri C., Peters J. y Zúniga M. del C. 2002. A new Family, Coryphoridae (Ephemeroptera: Ephemerelloidea) and description of the winged and egg stages of *Coryphorus*. *Insecta Mundi* 15(2): 117-122.
- Montenegro O. 1992. Informe del recorrido por e río Igaraparaná. Proyecto Coama. Fundación Puerto Rastrojo, Bogotá. 65pp.
- Montenegro O. 1993. Guía de algunos vertebrados usados en cacería por indígenas del río Igaraparaná, Amazonas. Fundación Puerto Rastrojo. Bogotá. 120pp.

- Montenegro O. y Escobedo M. 2004. Mammals. pp. 254-262. En Pitman, N., R. C. Smith, C. Vriesendorp, D. Moskovitz, R. Piana, G. Knell, and T. Watcher (eds.). 2004. Peru: Ampiyacu, Apayacu, Yaguas, Medio Putumayo. Rapid Biological Inventories. Report 12. Chicago, Illinois, The Field Museum.
- Montenegro O., y Romero M. 1999. Murciélagos del sector sur de la Serranía de Chiribiquete, Caquetá, Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 23 (Suplemento Especial): 641-649.
- Mora H. R. y Cediell M. G. 1998. Reactivación del Plan de Ordenación y Manejo de la Microcuenca Mulato. Trabajo de grado Tecnología Ambiental. Instituto Tecnológico del Putumayo. Mocoa. 246pp.
- Mora L. O. 2000. Caracterización de fuentes hídricas receptoras de vertimientos líquidos para la estimación de la meta de reducción de carga contaminante en el componente urbano del Municipio de Mocoa. Trabajo de grado. Tecnología Ambiental. Instituto Tecnológico del Putumayo. Mocoa. 113pp.
- Morales-Sánchez J. 1979. Características de algunas especies de los principales Órdenes de vertebrados encontrados en el Área Amazónica, Aves. pp. 335-341. En: Proradam. 1979. Programa Radargramétrico de la Amazonía: La Amazonia colombiana y sus recursos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. Bogotá. 590pp.
- Morales-Sanchez J. 1979. Primer registro para Colombia de *Turdus lawrencii* Coues (Aves: Turdidae). Lozania (29): 2-4.
- Morales-Sánchez J. 1988. Primeros hallazgos de *Pteroglossus aracari* (Linnaeus, 1758) (Aves: Ramphastidae) en Colombia. Trianea (2): 501-504.
- Moreno J. 2003. Tiempos de fructificación y relaciones con la fauna de las plantas de uso común por la comunidad indígena Nonuya de Peña Roja. Reporte Final Proyecto de Investigación Participativa Fundación Tropenbos-Colombia – Comunidad Indígena Nonuya de Peña Roja. Fundación Tropenbos-Colombia. Bogotá, Colombia.
- Muñoz-Saba, Y. 2000. Los murciélagos del género *Artibeus* Leach, 1821 (Chiroptera: Phyllostomidae: Stenodermatinae) de Colombia. Tesis M.Sc. en Biología (Sistemática). Instituto de Ciencias, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Muñoz-Saba Y., Rodríguez-Mahecha J. V. y Perez J. 2006. Retos de la investigación y conservación en mamíferos en Colombia para el siglo XXI. <http://congresocolombianozoologia.googlepages.com/simposiodemamiferos>
- Murcia U., Marín C., Alonso J. C., Salazar C. A., Gutiérrez F., Domínguez C., Trujillo F., Argüelles J., Rendón M., Ocampo R. y Castro W. 2003. Diseño de la línea base de información ambiental sobre los recursos naturales y el medio ambiente en la Amazonia colombiana. Bogotá. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. 215pp.
- Murcia U., Montes J. y Cano A. 2001. Zonificación ecológica de la zona piloto La Chorrera. Proyecto: Diseño e implementación de un sistema de indicadores de seguimiento de la política de biodiversidad en la Amazonia colombiana. Informe técnico. IAvH, Sinchi, DNP, UAESPNN, CDA, CORMACARENA, CORPOAMAZONIA. Bogotá. 50pp.
- Murcia U., Ricaurte L., Mendoza Y., Mazorra A., López R., Cárdenas D., Zubieta M., Salazar C.A., Acosta L.E y Martínez J. 1998. Macrozonificación ambiental de la cuenca del río Putumayo, área colombiana. En: Macrozonificación Ecológica Económica. Plan Columbo-Peruano para el desarrollo integral de la cuenca del río Putumayo. Santa fe de Bogotá. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, Instituto Nacional de Desarrollo INADE, CIDI/OEA. 91pp.

- Murcia U., Ricaurte L., Mendoza Y., Mazorra A., López R., Cárdenas D., Zubieta M., Salazar C., Acosta L., Martínez J. y Ocampo R. 1999. Compatibilización de la zonificación ecológica económica. Plan Colombo-Peruano para el desarrollo integral de la cuenca del río Putumayo. Santa fe de Bogotá. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, Instituto Nacional de Desarrollo INADE, CIDI/OEA. 163pp.
- Murcia U., Villa L. A., Martínez J., Rendón M., Lara L., Ramírez J., Castro W. y Mendoza D. 2004. Propuesta de zonificación ambiental para ocupación y uso del territorio. Área para uso y ocupación humana sostenible definida en el plan de ordenamiento del territorio y desarrollo alternativo del interfluvio de los ríos Losada y Guayabero, ASCAL-G. Informe técnico y mapas. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá. 181pp.
- Museum of Comparative Zoology (MCZ). 2004. The On-line Database of the Museum Of Comparative Zoology. URL: <http://www.mcz.harvard.edu/Departments/Ornithology/BirdSearch.cfm> [Fecha consulta: 2006-05-17]. Fecha actualización 2004-05-15.
- Museum of Vertebrate Zoology, University of California (MVZ). 2006. The On-line Database of the Museum of Vertebrate Zoology. Collection of Birds. URL: <http://bscit.berkeley.edu/cgi-bin/getmvzform?class=Aves&query=all> [Fecha consulta: 2006-05-17]. Fecha actualización 2006-05-10.
- Narváez. L. H. y Olmos J. R. 1990. Caracterización fitoedafológica de algunos salados en el Parque Nacional Natural Amacayacu, Amazonas, Colombia. Trabajo de Grado. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Nates-Parra G. 1983. Abejas de Colombia I. Lista preliminar de algunas especies de abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Revista de Biología Tropical* 31(1): 155-158.
- Nates-Parra G. 1995. Las abejas sin aguijón del género *Melipona* (Hymenoptera: Meliponinae) en Colombia. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 3(2): 21-33.
- Nates-Parra G. 1996. Abejas sin aguijón (Hymenoptera: Meliponini) de Colombia. pp. 181-268. En: Andrade M. G., Amat G. D. y Fernández F. (eds.). 1996. *Insectos de Colombia, estudios escogidos*.
- Nates-Parra G. 1999. Situación actual de la sistemática de abejas (Hymenoptera: Apoidea). pp. 49-55. En: Nates-Parra G. (ed.). 1999. Programa, Resúmenes y Memorias III Reunión de la IUSSI Bolivariana. Unión Internacional para el Estudio de los Insectos Sociales. Fondo FEN Colombia. SantaFé de Bogotá, Colombia. 122pp.
- Nates-Parra G. 2001. Las abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) de Colombia. *Biota Colombiana* 2(3): 233-248.
- Nates-Parra G. y González V.H. 2000. Las abejas silvestres de Colombia: Por qué y cómo conservarlas. *Acta Biológica Colombiana* 5(1): <http://www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol/Resumenes/Resumenes%2051/R1V5N1.pdf>
- Nathan R. y Muller-Landau H. 2000. Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends and Ecology and Evolution* 15: 278-285.
- National Museum Of Natural History USA. 1991. *Birds from Colombia in USNM*. Smithsonian Institution, Washington, United States of America. 1367pp.
- Negret A. J. 2001. *Aves en Colombia amenazadas de extinción*. Editorial Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.
- Nicéforo M. 1945. Notas sobre aves de Colombia, I. *Caldasia* 3(14): 367-395.

- Nicéforo M. 1948. Notas sobre aves de Colombia, III. *Caldasia* 5(21): 201-210.
- Nicéforo M. y Olivares A. 1965. Adiciones a la avifauna colombiana II (Cracidae-Rynchopidae). *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 26(109): 36-58.
- Nicéforo M. y Olivares A. 1966. Adiciones a la avifauna colombiana III (Columbidae-Caprimulgidae). *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 26(110): 370-393.
- Nicéforo M. y Olivares A. 1976. Adiciones a la avifauna colombiana, VI (Tyrannidae – Bombicillidae). *Lozania* (20): 19-34.
- Nicéforo M. 1955. El caimán yacaré negro (*Melanosuchus niger* Spix) en Colombia *Caldasia* 7(32): 167-171.
- Nielsen R. 1997. A likelihood approach to populations samples of Microsatellite alleles. *Genetics* 146: 711-716.
- Núñez-Avellaneda M. y Duque S. R. 1998. Chlorococcales (Alga, Chlorophyceae) found in aquatic environments of the Colombian Amazon basin. *Caldasia* 20(1): 7-13.
- Núñez-Avellaneda M. y Duque S. R. 2000. Desmidiás (Zygnemaphyceae) de un pequeño tributario del Río Amazonas en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 14(93): 493-498.
- Núñez-Avellaneda M. y Duque S. R. 2001. Estudio del fitoplancton en ambientes acuáticos de la Amazonia colombiana. En: Franky C. y Zarate C. (eds.). 2001. IMANI MUNDO, estudios en la Amazonia colombiana. Universidad Nacional de Colombia, Instituto Amazónico de Investigaciones IMANI. Bogotá.
- Núñez-Avellaneda M. y Alonso J. C. 2004. Caracterización limnológica de los humedales de la parte alta del departamento del Caquetá. En: VI Seminario Colombiano de Limnología y I Reunión Internacional de Embalses Tropicales. Montería. Póster.
- Núñez-Avellaneda M., Marín Z., Andrade C. y Alonso J. C. 2004. Caracterización limnológica de la cuenca del río Putumayo (Amazonia colombo-peruana). Informe final. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-Sinchi.
- Núñez-Avellaneda, M. 2005. Ecología del fitoplancton de la cuenca del río Putumayo (Amazonia colombo-peruana). Tesis MSc. Maestría Estudios Amazónicos UN, Leticia
- Núñez-Avellaneda M. 2005. Fitoplancton de la cuenca del río Putumayo, (Amazonia colombo-peruana). Universidad Nacional de Colombia Sede Amazonia, Maestría Estudios Amazónicos. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi.
- Obregon C., Torres D. y Trujillo F. 1988. Colombian Dolphins. *Whale Watcher* 22(3): 21pp.
- OEA. Organización de los Estados Americanos. 1998. Macrozonificación ecológica económica, Plan Colombo – Peruano para el desarrollo integral de la cuenca del río Putumayo. SINCHI / INADE
- Ojeda Z. V. 1997. Distribución, uso del hábitat, organización grupal y fotoidentificación del Tucuxi, *Sotalia fluviatilis* (Cetacea: Delphinidae) en el alto río Amazonas. Tesis M.Sc., Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Guaymas. 100pp.
- Olivares A. 1955. Algunas aves de la Comisaría del Vaupés (Colombia). *Caldasia* 7(33): 259-275.
- Olivares A. 1960. Algunas aves de Gaitania (Municipio de Ataco, Tolima, Colombia). *Caldasia* 8(38): 379-382.

- Olivares A. 1962. Aves de la región sur de la sierra de La Macarena, Meta, Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 11(44): 305-345.
- Olivares A. 1963. Notas sobre aves de los Andes Orientales en Boyacá. Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales 25(106): 91-125.
- Olivares A. 1964a. Adiciones a las aves de la Comisaría del Vaupés (Colombia), I. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 12(46): 163-173.
- Olivares A. 1964b. Adiciones a las aves de la Comisaría del Vaupés (Colombia), II. Caldasia 9(42): 151-184.
- Olivares A. 1965a. Avifaunae colombiensis Notulae 1: Dos aves nuevas para Colombia. Hornero(10): 273-275.
- Olivares A. 1965b. Una nueva subespecie de *Todirostrum latirostre* de la Comisaria del Vaupés (Colombia). Caldasia 9(43): 269-271.
- Olivares A. 1965c. Monografía del Rey de los Gallinazos. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 12(47): 259-268.
- Olivares A. 1966. Algunas aves de Puerto Asís, Comisaría del Putumayo, Colombia. Caldasia 9(44): 379-393.
- Olivares A. 1967. Avifaunae columbiensis Notulae 2: Seis nuevas aves para Colombia y apuntamiento sobre sesenta especies y subespecies registradas anteriormente. Caldasia 10(46): 39-58.
- Olivares A. 1970. Aves de la Amazonia colombiana. pp. 312-353. En: Idrobo J. M. 1970. II Simposio y foro de biología tropical amazónica. Asociación Pro biología tropical. Bogotá, Colombia. 496pp.
- Olivares A. 1973. Aves de la Sierra Nevada del Cocuy – Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 14(54): 39-48.
- Olson D., Dinerstein E., Wikramanayake E., Burgess N., Powell G., Underwood E., D'Amico J., Itouca I., Strand H., Morrison J., Louckson C., Allnutt T., Ricketts T., Kura Y., Lamoreux J., Wettengel W., Hedao P. & Kassem K. 2001. Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on Earth. BioScience 51(11): 933-938.
- Oniki Y. y Willis E. 1991. Morphometrics, molt, cloacal temperatures and ectoparasites in Colombian birds. Caldasia 16(79): 519-524.
- ONU. 2005. Colombia, Censo de cultivos de coca 2004. Naciones Unidas. Oficina contra la droga y el delito. Bogotá. 94pp.
- Ordóñez L., Arbeláez M. y Prado L. (eds.) 2004. Manejo de Semillas Forestales Nativas en la Sierra Ecuatoriana y Norte del Perú. EcoPar – Fosefor – Samiri. Quito, Ecuador.
- Ordóñez Y. 2002. Estructura de la comunidad de algas epífitas en dos macrófitas (*Paspalum repens* y *Polygonum densiflorum*) en los lagos de Yahuaraca (Amazonas, Colombia). Trabajo de grado M.Sc. Universidad de los Andes. Bogotá.
- Orozco D. L. 2001. Manatí *Trichechus inunguis*: Caza, percepción y conocimiento de las comunidades del municipio de Puerto Nariño, Amazonas. Colombia. Trabajo de grado para optar título de Ecóloga. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de estudios ambientales y rurales. Bogotá. 109pp.

- OrsinI A. 1984. Tercer estudio de *Podocnemis expansa* en vida libre y cautiverio. Corporación Araracuara.
- Ortega H., Mojica J. I., Alonso J. C. y Hidalgo M. 2006. Listado de peces de la cuenca del río Putumayo en su sector colombo-peruano. *Biota Colombiana* 7(1): 95-112.
- Ortega-Lara A. 2005. Inventario preliminar de la ictiofauna de la cuenca alta de los ríos Mocoa y Putumayo, Piedemonte Amazónico. Informe presentando a WWF Colombia, Programa Ecorregional Andes del Norte. Cali, Colombia. 54pp.
- Osbahr K. 1983. Segundo estudio en vida libre de *Podocnemis expansa*. Corporación Araracuara.
- Ospina M. 2000a. Abejas carpinteras (Hymenoptera: Apidae: Xylocopinae: Xylocopini) de la región Neotropical. *Biota Colombiana* 1(3): 239-252.
- Ospina M. 2000b. El género *Pseudomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae: Pseudomyrmecinae) en la Serranía de La Macarena, Meta, Colombia. *Boletín para Investigadores en insectos sociales, Tacaya* 10: 4-8.
- Ospina M. 2002. Abejas del género *Thygater* Holmberg, 1884 (Hymenoptera: Apidae: Eucerini) en Colombia. Trabajo de grado para optar al título de Bióloga, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. 77pp.
- Otero de la E., R. 1977. Manual para la explotación técnica de la tortuga charapa. Corporación Araracuara.
- Ouboter P. E. y Nanhoe L. M. 1988. Habitat selection and migration of *Caiman crocodilus crocodilus* in a swamp and swamp-forest habitat in northern Suriname. *J. Herpetol.* 22(3): 283-294.
- Palacio E. E. 1999. Hormigas legionarias (Hymenoptera: Formicidae: Ecitoninae) de Colombia. pp. 117-189. En: Amat G.D., Andrade M.G. y Fernández F. (eds.). *Insectos de Colombia Vol. II. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 433pp.*
- Palacios E. 2000. Density of the red howler monkey (*Alouatta seniculus*) in southeastern Colombia. *American Society of Primatologists Bulletin* 2(24): 7.
- Palacios E. y Rodríguez A. 1995. Caracterización de la dieta y comportamiento alimentario de *Callicebus torquatus lugens*. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Palacios E. y Rodríguez A. 1997. Patrones de producción y oferta de frutos en tres hábitats de bosque primario en la Amazonia colombiana. Reporte final Fundación para la Promoción de la Investigación y la Tecnología – Banco de la República. Bogotá, Colombia.
- Palacios E. y Rodríguez A. 2001 Ranging pattern and use of space in a group of red howler monkeys (*Alouatta seniculus*) in a southeastern Colombian rainforest. *American Journal of Primatology* 55(4): 233-251.
- Palacios E. y Rodríguez A. en prensa. Diet and feeding of *Callicebus torquatus lugens* (Humboldt, 1811) in lower Apaporis River, Colombian Amazonia. *International Journal of Primatology*.
- Palacios E., Rodríguez A. y Castillo C. 2004. Preliminary observations on the mottled faced tamarin (*Saguinus inustus*) on the lower rio Caqueta, Colombian Amazonia. *Neotropical Primates* 12(3): 123-126.

- Palacios E., Rodríguez A. y Defler T. 1997. Diet of a group of *Callicebus torquatus lugens* (Humboldt, 1812) during the annual resource bottleneck in Amazonian Colombia. *International Journal of Primatology* 18: 503-522.
- Parker T. A. 1984. Notes on the behavior of *Ramphotrigon* Flycatchers. *Auk* 101(1): 186-188.
- Parker T. A., Stotz D. F. y Fitzpatrick J. 1996. Ecological and distributional databases for Neotropical birds. En: Stotz D. F., Fitzpatrick J. W., Parker III T. A. y Moskovits D. K. 1996. *Neotropical Birds: Ecology and Conservation*. The University of Chicago Press. Chicago, USA. 478pp.
- Parques Nacionales de Colombia. Programa Nacional de Ecosistemas Estratégicos. Vol 1 No.1.
- Parrado-Roselli A. 2005. Fruit availability and seed dispersal in terra firme forests of Colombian Amazonia. PhD thesis, University of Amsterdam.
- Parrado-Roselli A. 1997. Efecto del tamaño del fruto en la dispersión primaria de semillas de cinco especies de plantas del dosel de un bosque Amazónico. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. Bogotá. Colombia.
- Parrado-Roselli A. 2005. Fruit availability and seed dispersal in terra firme rain forests of Colombian Amazonia. Tesis doctoral. IBED, Facultad de Ciencias, Universidad de Amsterdam. Tropenbos PhD Series 2, Tropenbos-International. Wageningen, Países Bajos.
- Parrado-Roselli A. y Amaya-Espinel J. D. 2006. Feeding behavior of purple-throated fruit-crow (*Querula purpurata*: Cotingidae) and its potential role on seed dispersal of Amazonian plant species. *Biotrópica* 38(4): 561-565.
- Parrado-Roselli A., Cavalier J. y van Dulmen A. 2002. Effect of fruit size on primary seed dispersal of five canopy tree species of the Colombian Amazon. *Selbyana* 23: 245-257.
- Parrado-Roselli A., Machado J. M. y Prieto-López T. 2006. Comparison between two methods for measuring fruit production in a tropical forest. *Biotrópica* 38: 267-271.
- Pearman M. 1993. Some range extensions and five new to Colombia, with notes on some scarce or little known species. *Bull. Brit. Ornithol. Club* 113(2): 66-74.
- Pedro S. R. M. y Camargo J. M. F. 2003. Meliponini neotropicales: o gênero *Partamona* Schwarz, 1939 (Hymenoptera, Apidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 47(Supl. 1): 1-117.
- Peña-Restrepo M. J. 1997. Ornitofauna presente en una zona de construcción carretera Florencia-Altamira Interventoría Integral S.A. *Boletín-SAO* 8(14-15): 30-45.
- Peña-Venegas C. P. 2005. La farriña: El sabor de una tecnología ancestral. pp. 75-86- En: Acosta L.E y Mazorra A. (eds.). 2005. Enterramientos de masas de yuca del pueblo Ticuna: Tecnología tradicional en várzea del Amazonas colombiano. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - Sinchi. Leticia, Colombia.
- Peña-Venegas C. P., Cardona G. I., Mazorra A., Arguelles J. H. y Arcos A. L. 2004. Micorrizas arbusculares de la Amazonia colombiana: Inventario de especies y características de la simbiosis. pp. 133. En: Sociedad Latinoamericana de la Ciencia del Suelo y Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo (eds.). 2004. *Memorias XVI Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo*, Cartagena de Indias, Colombia. 176pp.
- Peñuela M. C. y von Hildebrand P. 1999. Parque Nacional Natural Chiribiquete. Fundación Puerto Rastrojo. Santafé de Bogotá, Colombia. 119pp.

- Peres C. A. 1994. Primate responses to phenological changes in an Amazonian Terra Firme forest. *Biotropica* 26: 98-112.
- Peres C. A. y Baider C. 1997. Seed dispersal, spatial distribution and population structure of Brazilnut trees (*Bertholletia excelsa*) in Southeastern Amazonia. *Journal of Tropical Ecology* 13: 595-616.
- Pérez L. 1999. Abundancia y patrones de distribución de palmas en el área del medio Caquetá, Amazonas (Colombia). Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia.
- Pérez L. G., Pérez G. A. y Montañez-Martínez D. 2005. Análisis espacio-temporal de las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en la Comunidad Monifue-Amena (Leticia, Amazonas). En: Nates-Parra G. (ed.). 2005. Programa, Resúmenes y Memorias V Reunión de la IUSSE Bolivariana. Unión Internacional para el Estudio de los Insectos Sociales. Universidad del Valle, Cali, Colombia. 122pp.
- Peters J. A. y Donoso-Barros R. 1970. Catalogue of the Neotropical Squamata: Part II. Lizards and Amphisbaenians. *Bull. US nation. Mus., Washington*, 297: 293.
- Peters J. A. y Orejas-Miranda B. 1970 Catalogue of the Neotropical Squamata: Part I. Snakes. *Bull. US nation. Mus., Washington*, 297: 293.
- Peters J. A., Orejas-Miranda B. y Vanzolini P.E. 1986. Catalogue of the Neotropical Squamata (Revised Edition) Part I: Snakes Smithsonian Institution Press (Washington D.C., London) ISBN 0-87474-757-0.
- Peters J. A., Orejas-Miranda B. y Vanzolini P.E. 1986 Catalogue of the Neotropical Squamata (Revised Edition) Part II: Lizards and Amphisbaenians. Smithsonian Institution Press (Washington D.C., London) ISBN 0-87474-757-0.
- van der Pijl L. 1982. Principles of dispersal in higher plants. Tercera edición. Springer-Verlag. Berlin, Alemania.
- Pinilla M. C. 2004. Uso del paisaje en el sector sur del Parque Natural Nacional Amacayacu (Amazonas-Colombia). *Cuadernos de Desarrollo Rural* 53: 133-156.
- Pinilla-A. G. 2004. Ecología del fitoplancton en un lago amazónico de aguas claras (Lago Boa, Caquetá Medio, República de Colombia). Tesis Doctorado. Universidad del Valle.
- Pinilla-A. G. 2005. Ecología del fitoplancton en un lago amazónico de aguas claras (Lago Boa, Caquetá Medio, República de Colombia). 1 Ed. Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano, v.500. p.256.
- Pinto J. B. 1993. Evaluación de las poblaciones micorrizales en suelos degradados y de bosque maduro en Araracuara - Amazonas. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Tesis de grado. 151pp.
- Piña N. 2000. Diseño de un hipertexto de consulta en torno al agua como herramienta educativa en el departamento del Amazonas. Trabajo de grado. Licenciatura en Biología. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Piña N. 2001. Cartilla Saberes y actitudes en torno al agua. Instituto Amazónico de Investigaciones Imani Universidad Nacional de Colombia Sede Amazonia Universidad Pedagógica Nacional Gobernación del Amazonas. Leticia. 24pp + CD ROM.
- Pitman N. C., Terborgh J. T., Silman M. R. y Nuñez-Vargas P. 1999. Tree species distributions in an upper Amazonian forest. *Ecology* 80: 2651-2661.

- Poe S. 2004. Phylogeny of anoles. *Herpetological Monographs* (18): 37-89.
- Poiani K. P., Richter B. D., Anderson M.G. y Richter H.E. 2000. Biodiversity conservation at multiple scales: functional sites, landscapes, and networks. *BioScience* 50: 133-146.
- Polanco-Ochoa R., Jaimes V. y Piragua W. 1999. Los mamíferos del Parque Nacional Natural La Paya, Amazonia Colombiana. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 23(Suplemento Especial): 671-682.
- Pope T. R. 1996. Socioecology, population fragmentation, and patterns of genetic loss in endangered primates. pp 119-159. En Avise J.C y Hamrick J.L. (eds.). 1996. *Conservation Genetics. Case Histories from Nature*. Chapman y Hall, New York.
- Portilla N. K. y Estrada Y. P. 2005. Efectos de los lixiviados provenientes del basurero San Juan del Barro sobre el componente hidrobiológico, de la quebrada El Barro, municipio de Florencia, -Caquetá. Trabajo de grado. Biología. Universidad de la Amazonia. Florencia. 82pp.
- Poulsen M. y Wege D. C. 1994. Coopery-Chested Jacamar *Galbula pastazae*. *Cotinga* 2: 20-62.
- Prada S. y Donato J. C. 1996. Evaluación del recurso hidrobiológico (fitoplancton, macrófitas y peces) y aspectos físicos y químicos de la laguna de Cartagena de Chaira en época de niveles bajos del agua. *Corpoamazonia*.
- Prance G. T. 1978. The origin and evolution of the Amazon flora. *Interciencia* 3 (4):207-222.
- Prance G. T. 1982. Forest refuges: evidence from woody angiosperms. En: Prance G.T. (ed.) *Biological diversification in the tropics*. Columbia University Press. New York.
- Presch W. 1973 A review of the tejus lizard genus *Tupinambis* (Sauria: Teiidae) from South America. *Copeia* 1973(4): 740-746.
- Presch W. 1974. Evolutionary relationships and biogeography of the macroteiid lizards (Family Teiidae, Subfamily Teiinae). *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences* 73(1): 23-32.
- Prieto E. F. 2000. Estudio ictiológico de un caño de aguas negras de la Amazonia colombiana, Leticia - Amazonas. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Biólogo Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Prieto A., Rangel-Ch J.O., Rudas-LL. A y Palacios P. 1995. Aspectos estructurales y tipos de vegetación de la Isla Mocagua, Río Amazonas. *Caldasia* 18: 181-197.
- Prieto-López T. 2001. Oferta de frutos de en un bosque del plano sedimentario Terciario amazónico, por medio de trampas de frutos y observación desde el dosel. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Pritchard P. C. H. y Trebbau P. 1984 *The Turtles of Venezuela*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles. *Contributions to Herpetology* 2: viii + 402pp.
- Quiñónez M. J. 1995. Assessment of AirSAR airborne polarimetric data for forested land recognition and tropical forest structure and physiognomic composition analyses. MSc. Thesis, ITC. Enschede, The Netherlands.
- Quiñónez M. J. 2002. Polarimetric data for tropical forest monitoring. *Studies at the Colombian Amazon. Tropenbos series* 21. Wageningen, The Netherlands.

- Ralph C. P. 1975. Life style of *Coccyzus pumilus*, a tropical Cuckoo. *Condor* 77(1): 60-72.
- Ramírez B. H. 2004. Dispersión de semillas de *Astrocaryum chambira* Burret (Arecaceae) en dos bosques de tierra firme sometidos a diferente grado de intervención antrópica en la comunidad indígena de Macedonia (Amazonas-Colombia). Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia.
- Ramírez J. E. 1954. La maravillosa cueva de los Guácharos en el departamento del Huila. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* (35): 146-152.
- Ramírez M. G. y Arias J. C. 1997. Aves observadas en la periferia de la isla Mocagua, río Amazonas, Colombia. *Boletín-SAO* 8(14-15): 62-64.
- Ramírez S., Dressler R. L. y Ospina M. 2002. Abejas euglosinas (Hymenoptera: Apidae) de la región Neotropical: listado de especies con notas sobre su biología. *Biota Colombiana* 3(1): 7-118.
- Ramírez S. 2001. Las abejas constructoras y las áreas despejadas (senderos) en el abejorro amazónico, *Bombus (Fervidobombus) transversalis* (Hymenoptera: Apidae). Trabajo de grado, Departamento de Biología, Universidad de los Andes.
- Rangel-Ch. J. O. (ed.). 1995. Colombia diversidad biótica I. Clima, centros de concentración de especies, fauna. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 441 p.
- Rangel-Ch. J. O., Aguilar M., Sánchez H., Lowy P., Garzón A. y Sánchez L. A. 1995 Región de la Amazonia pp. 82-103. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). 1995. Colombia. Diversidad Biótica I. Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá.
- Rangel J. O., P. Lowy, and M. Aguilar (eds). 1997. Colombia diversidad biótica II. Tipos de vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). 436 p. Bogotá
- Rangel-Ch. J. O., Aguirre-C J. y Andrade-C M.G. (eds.). 2002. Resúmenes Octavo Congreso Latinoamericano y Segundo Colombiano de Botánica. Universidad Nacional de Colombia / Asociación Latinoamericana de Botánica / Asociación Colombiana de Botánica. Unibiblos, Bogotá.
- Rangel-Ch. J. O., Franco-R P. y Betancur J. 1996. La Serranía de Chiribiquete: Un mosaico botánico para la ciencia. *Revista del Sistema de Parques Nacionales de Colombia. MINAMBIENTE Y*: 7-10. Bogotá.
- Redford K. H. 1992. The empty forest. *Bioscience* 42: 412-422.
- Reeves R. & Leatherwood S. 1994. Dolphins, Porpoises and Whales: 1994 – 1998 Action Plan for the Conservation of Cetaceans, IUCN/SSC Specialist Group: International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, Gland.
- Reich D. E., Feldman M. W. y Goldstein D. B. 1999. Statistical properties of two tests that use multilocus data sets to detect population expansions. *Molecular Biology and Evolution* 16: 453-466.
- Reich D. E. y Goldstein D. B. 1998. Genetic evidence for a Paleolithic human population expansion in Africa. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 95: 8119-8123.
- Reichel-Dolmatoff G. 1997. Chamanes de la selva pluvial: Ensayos sobre los indios Tukano del Noroeste Amazónico. Themis Books. Londres, Reino Unido.
- Reis R. E., Kullander S. O. y Ferraris Jr. C. J. (eds.). 2003. Checklist of the freshwater fishes of South and Central America. Edipucrs. Porto Alegre, Brasil. 729pp.

- Remsen Jr. J. V. 1977. Five birds species new to Colombia. *Auk* 94(2): 363.
- Remsen Jr. J.V. y Parker T.A. 1983. Contribution of river-created habitats to bird species richness in Amazonia. *Biotropica* 15(3): 223-231.
- Renjifo L. M., Franco-Amaya A. M., Amaya-Espinel J. D., Kattan G. H. y López-Lanús B. (eds.). 2002. Libro rojo de aves de Colombia. Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia. 562pp.
- Restrepo M. C., Martínez J. E., Montenegro J. E., Caicedo A. y Torres E. 1993. Análisis sobre la actividad de hongos formadores de micorrizas vesículo arbusculares. pp. 698-736. En: Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del occidente del departamento del Caquetá. Estudios en la Amazonia colombiana.
- Reynolds J., Hyman J., Leon J., Ospina N., Lara G., Matiz M y Ruiz E. 1986. Monitoreo continuo electrocardiografico (MCE) a un delfín rosado (*Inia geoffrensis*). *Revista de Electrocardiografía* 6: 17-23.
- Ricaurte L. F. 2000. Los humedales de la Amazonia colombiana “Conocimiento para su conservación”. Cartilla divulgativa. Instituto Sinchi. Bogotá.
- Ricaurte L. F., Núñez-Avellaneda M., Alonso J. C., Marín C., Salazar A., Pinilla M. C. y Lara F. 2004. Inventario y tipificación de humedales en el departamento de Caquetá, Amazonia colombiana. Informe final. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-Sinchi, Convención Ramsar. 176pp.
- Ridgely R. S. y Tudor G. 1989. The oscine passerines. Volume I. University of Texas Press, Austin, USA.
- Ridgely R.S. y Tudor G. 1989, 1994. The oscine passerines, Volume I. The suboscine passerines, Volume II. University of Texas Press, Austin, USA. 516pp. 814pp.
- Ridgely R. S. y Tudor G. 1994. The suboscine passerines. Volume II. University of Texas Press, Austin, USA.
- Rincón N. 2000. Bibliografía sobre biodiversidad de Colombia 1995-1999. CD. Bogotá, Instituto Humboldt.
- Rincón N., Mayorga C., Hurtado M. y Rodríguez L.E. 2005. Bibliografía sobre biodiversidad de páramos, CD: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Roda J., Franco A. M., Baptiste M. P., Múnera C. y Gómez D. M. 2003. Manual de identificación CITES de aves de Colombia. Serie Manuales de Identificación CITES de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, Colombia. 352pp.
- Rodríguez C. A. 1992. Bagres, malleros y cuerdos en el bajo río Caquetá. Tropenbos, Bogotá.
- Rodríguez C. A. 1999. Arponeros de la trampa del sol. Sustentabilidad de la pesca comercial en el medio río Caquetá. Tropenbos, Bogotá.
- Rodríguez C. M. 2003. Cambios en la estructura de la comunidad de rotíferos en el lago Yahuaraca, planicie de inundación del río Amazonas (Amazonia colombiana). Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana.

- Rodríguez N., Armenteras D., Morales M. y Romero M. 2004. Ecosistemas de los Andes colombianos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 155pp.
- Rodríguez-Flores C. y Stiles F. G. 2005. Análisis ecomorfológico de una comunidad de colibríes ermitaños (Trochilidae, Phaethorninae) y sus flores en la Amazonia colombiana. *Ornitología Colombiana* (3): 7-27.
- Rodríguez-Mahecha J. V., Hernández-Camacho J., Defler T. R., Alberico M., Mast R. B., Mittermeier R. A. y Cadena A. 1995. Mamíferos colombianos: sus nombres comunes e indígenas. Conservación Internacional, Bogotá. 56pp.
- Rogers J., Witte S. M. y Slifer M.A. 1995. Five new Microsatellite DNA polymorphisms in squirrel monkey (*Saimiri boliviensis*). *American Journal of Primatology* 36: 151.
- Roig-Alsina A. y Michener C. D. 1993. Studies of the Phylogeny and Classification of Long-Tongued Bees (Hymenoptera: Apoidea). *The University of Kansas Science Bulletin* 55(4): 123-162.
- Rojas R., Piragua W., Stiles F. G. y McNish T. 1997. Primeros registros para Colombia de cuatro taxones de la familia Tyrannidae (Aves: Passeriformes). *Caldasia* 19(3): 523-525.
- Rojas Y. 2003. Comparación de la estructura de la comunidad de fitoplancton en varios lagos y ríos de la cuenca del Putumayo y Caquetá (Amazonia colombiana). Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. Bogotá.
- Romero M., Sua S., Rodríguez N., Rudas G. y Armenteras D. 2004. Sistema de Indicadores de seguimiento de la política de biodiversidad en la Amazonia colombiana: aspectos metodológicos y resultados. IAVH. Serie: Indicadores de seguimiento y evaluación de política de biodiversidad.
- Romero M. y Caro C. 2006. Diversidad ecosistémica (ecosistemas naturales y agroecosistemas). Pág. 75-89. En: Correa H.D., Ruíz S.L. y Arévalo L.M. (eds) 2006. Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco-Colombia/2005 – 2015-Propuesta técnica. Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF-Colombia, GTZ-Colombia, Bogotá D.C.
- Romero-Zambrano H. 1977. Primer registro de cuatro aves para Colombia. *Lozania* (26): 1-4.
- Romero-Zambrano H. 1978. Primer registro de doce aves para Colombia. *Lozania* (26): 1-8.
- Romero-Zambrano H. y Morales-Sánchez J. 1981. Descripción de una nueva subespecie de *Leptotila verreauxi* Bonaparte, 1855 (Aves: Columbidae) del sureste de Colombia. *Caldasia* 18(62): 291-299.
- Romero M. y Caro C. 2006. Diversidad ecosistémica (ecosistemas naturales y agroecosistemas). Pág. 75-89. En: Correa H.D., Ruíz S.L. y Arévalo L.M. (eds) 2006. Plan de acción en biodiversidad de la cuenca del Orinoco-Colombia/2005 – 2015-Propuesta técnica. Corporinoquia, Cormacarena, IAvH, Unitrópico, Fundación Omacha, Fundación Horizonte verde, Universidad Javeriana, Unillanos, WWF-Colombia, GTZ-Colombia, Bogotá D.C.
- Romo P. y Rosas L. D. 1999. Caracterización de la incidencia antrópica sobre la fauna bética (macroinvertebrados) la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en la zona baja del río Rumiaco municipio de Mocoa. Trabajo de grado. Tecnología Ambiental. Instituto Tecnológico del Putumayo. Mocoa. 109pp.
- Rosero P.L. y Carvajal A. L. 1998. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de contaminación en la parte baja del río Sangoyaco municipio de Mocoa. Trabajo de grado. Tecnología Ambiental. Instituto Tecnológico del Putumayo. Mocoa. 71pp.

- Roubik D. 1989. Ecology and Natural History of Tropical Bees. Cambridge University Press. USA. 514pp.
- Roze J. A. 1996. Coral snakes of the Americas: Biology, Identification and Venoms. Krieger Publ. Comp. 328 p.
- Rozo-Mora M. C. 2001. Frugivoría y dispersión primaria de semillas a nivel de dosel de *Dacryodes chimantensis* y *Protium paniculatum* en un bosque de Tierra Firme de la Amazonia colombiana. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Rozo-Mora M. C. y Parrado-Rosselli A. 2004. Dispersión primaria diurna de semillas de *Dacryodes chimantensis* y *Protium paniculatum* (Burseraceae) en un bosque de tierra firme de la Amazonia colombiana. *Caldasia* 26(1): 111-124.
- Rudas G., Armenteras D., Sua S. y Rodríguez N. 2002. Indicadores de seguimiento a la política de biodiversidad en la Amazonia colombiana (2001). DNP, Ministerio de Ambiente, UAESPNN, Sinchi, IAvH, CDA, Corpoamazonia, Cormacarena. Bogotá. 135pp. y anexos.
- Rudas-Ll. A. 1996. Estudio florístico y de la vegetación del Parque Nacional Natural Amacayacu (Amazonas, Colombia). Tesis de MSc. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Rudas-Ll. A. (ed.). 1998. Informe Final: Caracterización Ecológica Preliminar de las riberas del río Inírida (Guainía), en el área de influencia de la comunidad de La Ceiba. Convenio Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el oriente Amazónico - C.D.A. Bogotá 87pp.
- Rueda-Delgado G. 1998. Distribución del bentos en ríos del piedemonte amazónico: metodologías para su estudio. Trabajo de grado. Maestría. Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Los Andes. Bogotá. 85pp.
- Rueda J.V. 1999. Anfibios y reptiles amenazados de extinción en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales* 23: 475-498
- Rueda-Delgado G., Wantzen K. M. y Tolosa M. B. 2006. Leaf-litter decomposition in an Amazonian floodplain stream: effects of seasonal hydrological changes. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 2006 25(1): 231-247.
- Ruiz-Carranza P. M., Ardila-Robayo M. C. y Lynch J. D. 1996. Lista actualizada de la fauna Amphibia de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 20: 365-415.
- Ruiz- García M. 2005. The use of several microsatellite loci applied to 13 Neotropical Primates revealed a strong recent bottleneck event in the woolly monkey (*Lagothrix lagotricha*) in Colombia. *Primate Report* 71: 27-55.
- Ruiz- García M., Castillo M. I. & Álvarez D. 2004. Evolutionary trends of Neotropical Primates according to the AP68 and AP40 microsatellites. pp. 65-100. En: Mendes S.L. & Chiarello A.G. (eds). 2004. *A Primatologia no Brasil*, Vol 8, Museu de Biologia Prof. Mello Leitão, Santa Teresa, Espirito Santo, Brasil.
- Ruiz- García M., Álvarez D., Gaviria M., Martínez-Agüero M., Escobar-Armel P. 2006a. Coalescence genetic and demographic parameters in the microsatellite evolution of the pink river dolphin (*Inia*). (sometido).
- Ruiz-García M., García-Perea R., Corrales C., Murillo A. & Álvarez D. 2006b. Determination of DNA microsatellite mutation rates per generation and mutation models in four main Felidae lineages (European wild cat, *F. silvestris*; ocelot, *Leopardus pardalis*; puma, *Puma concolor*; jaguar, *Panthera onca*). *Molecular Biology and Evolution* (sometido).

- Ruiz- García M., Gaviria M., Martínez-Aguero M., Escobar-Armel P., Álvarez D. & Banguera E. 2006c. Genetic structure of *Inia geoffrensis* and *Inia boliviensis* by means of heterologous DNA microsatellites. (sometido).
- Ruiz-García M., Martínez-Aguero M., Escobar-Armel P., Gaviria M. & Alvarez D. 2006d. Spatial genetic microsatellite patterns at micro and macro geographical levels in *Inia* populations of Colombia, Perú and Bolivia by using uni, bidimensional autocorrelation, AIDA, variogram and circular statistic analyses. (sometido).
- Ruiz-García M., Payán C. E., Murillo A., & Álvarez D. 2006. DNA Microsatellite characterization of the Jaguar (*Panthera onca*) in Colombia. *Genes and Genetics Systems* 81: 115-127.
- Russell S. M. & Lamm D. W. 1978. Species of Formicariidae new to Colombia. *Auk* 95(2): 421.
- Sala S. E., Duque S. R., Núñez-Avellaneda M. y Lamaro A. A. 1999. Nuevos registros de diatomeas (Bacillariophyceae) de la Amazonia colombiana. *Caldasia* 21(1): 2-12.
- Sala S. E., Duque S. R., Núñez-Avellaneda M. & Lamaro A. A. 2002a. Diatoms from the Colombian Amazon: some species of the genus *Eunotia* (Bacillariophyceae). *Acta Amazónica* 32(4): 123-132.
- Sala S. E., Duque S. R., Núñez-Avellaneda M. & Lamaro A. A. 2002b. Diatoms from the Colombian Amazon. *Cryptogamie Algologie* 23(1): 75-99.
- Salaman P.G. & Mazariegos-H. L.A. 1998. Hummingbirds of Nariño, Colombia. *Cotinga* (10): 30-36. <http://www.neotropicalbirdclub.org/articles/10/C10-humm.pdf>.
- Salaman P. G., Stiles F. G., Bohorquez C. I., Álvarez-Rebolledo M., Umaña A.M., Donegan T. M. & Cuervo A. M. 2002. New and noteworthy bird records from the east slope of the Andes of Colombia. *Caldasia* 24(1): 157-189.
- Salamanca G. 2002. Algunas especies de meliponinos y sus posibilidades para la explotación agroindustrial. I Encuentro Colombiano de Meliponicultura. Universidad Nacional de Colombia. SantaFé de Bogotá. Noviembre de 2002.
- Salamanca S. 1984. La vegetación de la Orinoquia-Amazonia: fisiografía y formaciones vegetales. *Colombia Geográfica* 10(2): 5-31.
- Salazar G. 1988. Observaciones generales y de fenología en frutales culturales de bosque en la región de Araracuara (Amazonas). Corporación Araracuara - Proyecto DAINCO-CASAM. Bogotá. Colombia.
- Saldamando C. I. 1998. Importancia relativa del flujo genético y la selección natural en una zona de hidradación de *Heliconius cydno* (LEP., Nymphalidae). Bogotá, Universidad de los Andes. Tesis (Magister en Biología). Universidad de Los Andes. 88pp.
- Salinas Y. y Agudelo E. 2000. Peces de importancia económica en la cuenca amazónica colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -Sinchi. Santa Fé de Bogotá D. C.
- Salvadori T. 1893. Catalogue of the Birds of the British Museum. Vol 21. Columbæ. Publ. British Mus. Nat. Hist., Londres, UK.
- Sanabria-Aranda L., González-Bermúdez A., Torres N. N., Guisande C., Manjarrés-Hernández A., Valoyes-Valois V., Díaz-Olarte A. J., Andrade-Sossa C. & Duque S. R. 2006. Predation by the tropical plant *Utricularia foliosa*. *Freshwater Biology* 51(11): 1999-2008.
- Sánchez C. A. y Carvajal H. 1984. Primer registro de *Dolichonyx oryzivorus* (Aves: Icteridae) en la costa Pacífica de Colombia.

- Sánchez I. M. 2003. Composición de hongos agaricales en dos bosques de la cuenca de Puerto Abeja, Parque Nacional Natural Chiribiquete, Caquetá. Tesis de grado. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. 79pp.
- Sanjuan T., Amat G. D. y Henao L. G. 1999. Patrones de distribución espacial de *Cordyceps* spp. (Ascomycotina: Clavicipitaceae) y su impacto sobre la mirmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) en selvas de piedemonte amazónico de Colombia. pp. 96. En: Nates-Parra G. (ed.). 1999. Programa, Resúmenes y Memorias III Reunión de la IUSSI Bolivariana. Unión Internacional para el Estudio de los Insectos Sociales. Fondo FEN Colombia. SantaFé de Bogotá, Colombia. 122pp.
- Santamaría A.R. 2002. Aprovechamiento sostenible de polinizadores nativos (Meliponini) en granjas ecológicas. pp. 25-26. En: Nates-Parra G. (ed.). 2002. Libro de Resúmenes I Encuentro Colombiano sobre Abejas Silvestres. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 70pp.
- Santamaría C. A. 1995. Caracterización limnológica y pesquera de los sistemas lénticos pertenecientes al plano inundable del río Igará-Paraná con algunas sugerencias sobre el manejo de recursos pesqueros del resguardo indígena Predio Putumayo. Informe Instituto Sinchi.
- Santos M. 2000. Aspectos ecológicos de la fauna íctica dominante en la laguna de Yahuaraca, Leticia (Amazonas, Colombia). Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Biólogo Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Sarmiento A. 1998. Composición y distribución de la fauna silvestre utilizada para cacería en la comunidad indígena Andoque y el asentamiento de Puerto Santander-Araracuara, Medio Caquetá, Amazonia colombiana. Trabajo de grado para optar al título de Biólogo, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Schenck N. C. & Pérez Y. 1988. Manual for the identification of VA micorrhizal fungi. International Culture Collection of Arbuscular Mycorrhizal Fungi - INVAM. University of West Virginia. 241pp.
- Scheuerman R. G. 1977. Hallazgos del Paujil *Crax mitu* (Aves: Cracidae) al norte del río Amazonas y notas sobre su distribución. *Lozania* (22): 1-8.
- Schneider L. 1992. Las hormigas del género *Dolichoderus* en Colombia. Trabajo de grado para optar al título de Bióloga, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Schultes R. E. 1945. Glimpses of the little known Apaporis river in Colombia. *Chronica Botanica* 9: 123-127.
- Schupp E. W. 1990. Annual variation in seedfall, post-dispersal predation, and recruitment of a neotropical tree. *Ecology* 71: 504-515.
- Schupp E. W., Milleron T. & Russo S. E. 2002. Dissemination limitation and the origin and maintenance of species rich tropical forests. pp. 19-33. En: Levey D.J., Silva W.R. y Galetti M. (eds.). Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation. CAB International. Wallingford, UK.
- Sclater P. L. 1888. Catalogue of the Birds of the British Museum. Vol. 14. Passeriformes: Oligomyodae. Publ. British Mus. Nat. Hist., Londres, UK. 495pp.
- Sclater P. L. 1890. Catalogue of the Birds of the British Museum. Vol. 15. Passeriformes. Publ. British Mus. Nat. Hist., Londres, UK.

- Slater P. L. 1891. Catalogue of the Birds of the British Museum. Vol. 19. Picariae. Publ. British Mus. Nat. Hist., Londres, UK.
- Sharpe R. B. 1881. Catalogue of the Birds of the British Museum. Vol. 6. Passeriformes. Publ. British Mus. Nat. Hist., Londres, UK.
- Short L. 1974. Relationship of *Veniliornis "cassini" chocoensis* and *V. "cassini" caquetensis* with *V. affinis*. *Auk* 91(3): 631-634.
- Schuler I. & Orozco L.A. 2007. Managing agricultural biotechnology in Colombia. *Electron. J. Biotechnol* 10(3): 336-347. ISSN 0717-3458
- SIB. 2005. Sistema de Información sobre Biodiversidad en Colombia. URL: <http://www.siac.net.co/sib/metadatos/>.
- Silva D. 1993. Estudio de aves en el PNN Chiribiquete. Informe presentado a la Fundación Puerto Rastrojo. Fundación Puerto Rastrojo. Bogota, Colombia. 27pp.
- Silva J.J. 1994. Los *Micrurus* de la Amazonia colombiana. Biología y toxicología experimental de sus venenos. *Colombia Amazonica* 7(1-2): 41-138
- , 2004. Las serpientes del género *Atractus* Wagler, 1828 (Colubridae, Xenodontinae) en la Amazonia colombiana. *Revista de la Academia Colombiana Ciencias Exactas Físicas y Naturales* 28 (108): 409-446.
- Silverstone P. A. 1975. A revision of the poison-arrow frogs of the genus *Dendrobates* Wagler. *Natural History Museum of Los Angeles County, Science Bulletin* (21): 1-55.
- Silverstone P. A. 1976. A revision of the poison-arrow frogs of the genus *Phyllobates* Bibron in Sagra (Family Dendrobatidae). *Natural History Museum of Los Angeles County, Science Bulletin* (27): 1-53.
- Silvestre R., Brandão C. R. F. y da Silva R. 2003. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. pp. 113-148. En: Fernández F. (ed.). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. xxvi + 398pp.
- Silvius K. M. 2002. Spatio-temporal patterns of palm endocarp use by three Amazonian forest mammals: granivory or "grubivory"? *Journal of Tropical Ecology* 18: 707-723.
- Silvius K. M. & Fragoso J. M. 2003. Red-rumped agouti (*Dasyprocta leporina*) home range use in an Amazonian forest: implications for the aggregated distribution of forest trees. *Biotropica* 35: 74-83.
- Sinchi 2006. Micorrizas arbusculares. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. URL: <http://www.sinchi.org.co>.
- Sinchi. 2006. Proyecto Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia colombiana SIAT-AC. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá.
- Sioli H. 1984. *The Amazon. Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin*. Dr Junk Publishers. Dordrecht.
- Sipman H. 1990. Colección preliminar de líquenes sobre hojas en Araracuara, Colombia. *Colombia Amazónica* 4(2): 59-65.

- Smith A. 1999. Abejas (Hymenoptera: Apoidea) de la zona de influencia del embalse Porce II (Antioquia, Colombia). pp. 85. En: Nates-Parra G. (ed.). 1999. Programa, Resúmenes y Memorias III Reunión de la IUSSI Bolivariana. Unión Internacional para el Estudio de los Insectos Sociales. Fondo FEN Colombia. SantaFé de Bogotá, Colombia. 122pp.
- Smith E. C. & Craven T. 1972. A Comparison of the río Amazonas and the río Loreto- Yakú using chemical, phytoplankton and periphyton analysis. Inédito.
- Smith N. J. H. 1979. Quelonios aquaticos do Amazonia. Um recurso ameaçado. Acta Amazonica 9(1).
- von Sneider K. 1954. Notas sobre algunas Aves del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca, Popayán, Colombia. Novedades Colombianas (1): 3-13.
- von Sneider K. 1955. Notas ornitológicas sobre la colección del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca. Novedades Colombianas (2): 35-44.
- Sosa M. C. y Mohr O. 1989. Mapeo y caracterización ecológica de zonas inundadas, caracterizadas por la presencia de palmas situadas a lo largo de cauces antiguos del río Caquetá en el área de Mariñame (Amazonas Colombia). Fundación Tropenbos Colombia. 54pp. Sin publicar.
- Stark P. B., Zúñiga M del C. & Sivec I. 2002. Description of *Anacroneuria* (Plecoptera: Perlidae) from the upper rio Amazonas drainage Colombia and Peru. Acta Entomologica Slovenica 10(1): 35-38.
- Steindachner F. 1876. Beiträge zur Kenntniss der Characinen des Amazonenstromes. Sitzungsber Akademie der Wissenschaften Wien 72: 6-24.
- Stevenson P.R. 2004. Phenological patterns of woody vegetation at Tinigua Park, Colombia: methodological comparisons with emphasis on fruit production. Caldasia 26: 125-150.
- Stiles F. G. 1995. Dos nuevas subespecies de aves de La Serranía del Chiribiquete, Departamento del Caquetá, Colombia. Lozania (Acta Zoológica Colombiana) 66: 1-16.
- Stiles F. G. 1996. A new species of Emerald Hummingbird (Trochilidae, Chlorostilbon) from the Sierra de Chiribiquete, southeastern Colombia, with a review of the *C. mellisugus* complex. The Wilson Bulletin 108(1): 1-27.
- Stiles F.G. 1998. Las aves endémicas de Colombia. Pp. 378-385. En: Chávez M.E. y Arango N. (eds.). 1998 Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad – 1997 Colombia. Tomo I. Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Stiles F. G. 2005. El trepatroncos de Zimmer *Xiphorhynchus kienerii* (Dendrocolaptidae) en la Amazonia colombiana. Ornitología Colombiana (3): 104-106.
- Stiles F.G., Tellería J. L. y Díaz M. 1995. Observaciones sobre la composición, ecología y zoogeografía de la avifauna de la Sierra de Chiribiquete, Departamento de Caquetá, Colombia. Caldasia 17(82-85): 481-500.
- Stork N. E., Boyle T. J. B., Dale V., Eeley H., Finegan B., Laws M., Manokaran N, Prabhu R. & Soberon J. 1997. Criteria an indicators for assessing the sustainability of forest management: conservation of biodiversity. Working paper No. 17 CIFOR. Indonesia.
- Stotz D. F., Fitzpatrick J. W., Parker III T. A. & Moskovits D. K. 1996. Neotropical Birds. Ecology and Conservation. The University of Chicago Press.
- Strewe R. 1999. Notas sobre la distribución y anidación del Águila Poma *Oroaetus isidori*, en Nariño, Colombia. Boletín SAO (10): 45-52.

- Strewe R. y Puyana J. 2001. Lago del Cumbal: humedal importante para la conservación de las aves acuáticas. Boletín-SAO 1(22-23).
- Suárez-Mayorga A. M. 2000. Lista preliminar de la fauna Amphibia presente en el transecto La Montañita-Alto Gabinete, Caquetá, Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 23(suplemento): 395-405.
- Suárez-Mayorga A. M. y Lynch J. D. 2001. Los renacuajos de las *Sphaenorhynchus* (Hylidae) colombianas: descripciones, anotaciones sistemáticas y ecológicas. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 25: 411-419.
- Svenning J. C. 2000. Small canopy gaps influence plant-distributions in the rain forest understory. Biotropica 32: 252-261.
- Taczanowski M. L. 1884-1886. Ornithologie du Perou. 3 vols. Berlin, Alemania.
- TCA. 1994. Zonificación Ecológica – Económica: Instrumento para la conservación y el desarrollo sostenible de los recursos de la Amazonia. Tratado de Cooperación Amazónica. Lima. 382pp.
- TCA. 1997. Propuesta metodológica para la zonificación Ecológica – Económica para la Amazonia. Tratado de Cooperación Amazónica. Lima. 366pp.
- TCA. 1998. Zonificación Ecológica – Económica: una propuesta metodológica para la Amazonia. Tratado de Cooperación Amazónica. Caracas. 272pp.
- Tellería J.L. & Díaz M. 1995. Avian nest predation in a large natural gap of the amazonian rainforest. Journal of Field Ornithology 66(3): 343-351.
- Terborgh J. T., Pitman N., Silman M., Schichter H. & Núñez P. 2002. Maintenance of tree diversity in Tropical forests. pp. 1-17. En: Levey D.J., Silva W.R. & Galetti M. (eds.). 2002. Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation. CAB International. Wallingford, UK.
- The Nature Conservancy, South American Conservation Region & The World Wildlife Fund. 2006. A collaborative approach to understanding regional patterns of freshwater biodiversity in Latin America: a framework for setting priorities.
- Thorbjarnarson J. B., & Hernandez G. 1992. Recent investigations of the status and distribution of the Orinoco crocodile *Crocodylus intermedius* in Venezuela. Biol. Cons. 62: 179-188.
- Todd W. E. & Chapman F. M. 1916. On *Dysithamnus mentalis* and its allies. Bulletin of the American Museum of Natural History 35(29): 533-558. Versión electrónica en la URL: <http://hdl.handle.net/2246/1388> [Fecha consulta: 2006-05-31].
- Torres J. M. 2002. Uso, manejo y estado poblacional de la Yanchama (*Ficus maxima* y *Ficus insipida*) en tres comunidades indígenas Parque Nacional Natural Amacayacu. Tesis de pregrado. Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia.
- Torres-Barreto A. 1968. Observaciones sobre comportamiento y muda en cautiverio de *Falco ruficularis ruficularis*. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 17(67): 650-658.
- Townsend W., Núñez R. y Macuritofe V. 1984. Contribuciones a la etnozoología de la Amazonia colombiana: el conocimiento zoológico entre los huitoto. Colombia Amazónica 1(2): 37-74.
- Tropenbos. 2003. La investigación en la Amazonia: procesos, resultados y futuro. Memorias, Foro estudiantil, Grupo de Trabajo “La investigación en la Amazonia” integrado por estudiantes y jóvenes profesionales de la Universidad Nacional de Colombia, Pontificia Universidad Javeriana y Universidad de los Andes. Fundación Tropenbos, Colombia. Bogota. 19pp.

- Trujillo F. 1990. Aspectos ecológicos y etológicos de los delfines *Inia geoffrensis* (de Blainville, 1817) y *Sotalia fluviatilis* (Gervais, 1853) en la Amazonia colombiana. Bsc. thesis. Universidad Jorge Tadeo Lozano. 70pp.
- Trujillo F. 1992. Estimación poblacional de las especies dulceacuícolas de delfines *Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis* en el sistema lacustre de Tarapoto y El Correo, Amazonia colombiana. Special Report. Vol. 49 Centro de Investigaciones Científicas, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá/ Colombia 199pp.
- Trujillo F. 1994. The use of photo-identification to study the Amazon River Dolphin (*Inia geoffrensis*) and Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) in the Colombian Amazon. Mar. Mamm. Sci. 10(3): 348-353.
- Trujillo F. 1995. Aspectos del comportamiento y la distribución de *Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis* en el río Caquetá, Colombia. Special Report. Vol. 71 Centro de Investigaciones Científicas, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá-Colombia 36pp.
- Trujillo F. 2003. La conservación de los delfines de río: un problema con pesquerías en la Amazonia y Orinoquia. Colombia Ciencia y Tecnología 21(3): 56-62.
- Trujillo F. y Arcila D. 2005. *Lontra longicaudis* (Olfers, 1818). En: Rodríguez-Mahecha J.V., Alberico M., Trujillo F. y Jorgenson J. (eds.). 2005. Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Trujillo F. y Beltrán S. 1995. Patrones de uso del hábitat de *Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis* en el Amazonas colombiano. Special Report. Vol. 69. Centro de Investigaciones Científicas Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogota/Colombia. 165pp.
- Trujillo F., Botello J. C. y Carrasquilla M. C. 2005. *Pteronura brasiliensis* (Omelin 1788). En: Rodríguez-Mahecha J. V., Alberico M., Trujillo F. y Jorgenson J. (eds.). 2005. Libro Rojo de los Mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales – Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.
- Trujillo F. y Diazgranados M. C. 2002. Delfines de río en la Amazonia y Orinoquia: ecología y conservación. Serie Fundación Omacha, Vol. 1. 88pp.
- Trujillo F. Diazgranados M. C. y Gómez C. 2004. Estimaciones de abundancia de delfines de río *Inia geoffrensis* y *Sotalia fluviatilis* en la Amazonia y Orinoquia colombiana. Informe Fundación Omacha-Fondo para la Acción Ambiental C4APA-370-04.
- Truper H. G. 1992. An overview with respect to biodiversity and environmental importance. Biodiversity and Conservation 1: 227-236.
- Tsalickis M. 1969. Exportación de fauna amazónica. pp. 138-144. En: Idrobo J. M. 1970. II Simposio y foro de biología tropical amazónica. Asociación Pro biología tropical. Bogotá, Colombia. 496pp.
- Tuomisto H., Ruokolainen K., Poulsen A. D., Moran R., Quintana C., Caas G. & Celis J. 2002. Distribution and diversity of pteridophytes and Melastomataceae along edaphic gradients in Yasuní National Park, Ecuadorian Amazonia. Biotropica 34: 516-533.
- Tye A. y Kelsy M. 1988. Lista preliminar de aves del Parque Amacayacu. Documento inédito.
- UAESPNN. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. 1995. Chiribiquete Maloca de los dioses.

- Whitfield J. B., Cohen M. y Thorp N. 1999. Novel use of walking trails by Amazonian Bumble Bee, *Bombus transversalis* (Hymenoptera: Apidae) pp. 187-193. En: Byers G.W., Hagen R.H. & Brooks R.W. (eds.). Entomological Contributions in Memory of Byron A. Alexander. University of Kansas Natural History Museum Special Publication 24.
- Urrego L. E. 1987. Estudio preliminar de la fenología de la Canangucha (*Mauritia flexuosa* Linn. f.). Colombia Amazónica 2: 57-81.
- Urrego L. E. 1990. Apuntes preliminares sobre la composición y estructura de los bosques inundables en el medio Caquetá, Amazonas, Colombia. Colombia Amazónica 4: 23-47.
- Urrego L. E. 1995. Los bosques inundables del medio Caquetá (Amazonia colombiana): caracterización y sucesión PhD. Thesis. University of Amsterdam.
- Urrego L. E. 1997. Los bosques inundables del Medio Caquetá: caracterización y sucesión. Tropenbos Colombia. Estudios en la Amazonia colombiana, Tomo XIV. Bogotá. 335pp.
- Useche Y. M. 2003. Caracterización de bacterias y hongos solubilizadores de fosfato bajo tres usos de suelo en el sur del trapezio amazónico. Trabajo de grado para optar por el título de Bióloga. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Bogotá, Colombia. 157pp.
- Vaillant M. L. 1898. Contribution Ö l'Etude des Çmydosaurians. Catalogue raisonn des jacaretinga et alligator de la collection du museum. Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. Paris 10(3): 143-212.
- Val A. y Almeida-Val V. 1995. Fishes of the Amazon and their environment physiological and biochemical aspect. Springer-Verlag, Berlin. 223pp.
- van Andel T. 1992. Caracterización y clasificación de bosques inundables en una llanura aluvial en el medio Caquetá, Amazonas, Colombia. Internal report. Hugo de Vries-Laboratorium, University of Amsterdam.
- van der Bergh M. 1995. In Search of fruiting trees during a period of fruit scarcity. Tesis de pregrado. IBED, Facultad de Ciencias, Universidad de Amsterdam. Amsterdam, Países Bajos.
- van der Hammen M. C. 1992. El manejo del mundo. Naturaleza y sociedad entre los Yukuna de la Amazonia colombiana. Estudios en la Amazonia colombiana. IV. Tropenbos-Colombia. Bogotá, Colombia.
- van der Wall M. 1989. Reproductive strategies of secondary vegetation after slash and burn agriculture in a neotropical rain forest: pilot study. Tesis de pregrado. IBED, Facultad de Ciencias, Universidad de Amsterdam. Amsterdam, Países Bajos.
- van Dulmen A. 1992. Reproductive strategies of seasonally inundated and non-inundated secondary vegetation in the Colombian Amazon. Tesis de pregrado. IBED, Facultad de Ciencias, Universidad de Amsterdam. Amsterdam, Países Bajos.
- van Gils H. El conocimiento local sobre las hormigas arrieras (*Atta* y *Acromyrmex*) en las comunidades de Mocagua y San Martín de Amacayacu, Amazonas, Colombia.
- Vanzolini P. E. & Valencia, J. 1966 The genus *Dracaena*, with a brief consideration of macroteiid relationships (Sauria, Teiidae). Arq. Zool. 13 [1965]: 7-35.
- Vargas A. 1996a. Estructura y dinámica de la comunidad planctónica de algunos lagos de meandros del río Igará-Paraná (La Chorrera, Amazonas). Trabajo de grado. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá.

- Vargas A. 1996b. Estructura y dinámica de la comunidad planctónica de algunos lagos de meandros del río Igará-Paraná (La Chorrera, Amazonas). Pág. 225-239. En: Pinilla (ed.).1996. Memorias Seminario – taller Investigaciones Limnológicas recientes en ecosistemas acuáticos tropicales. UJTL-Colciencias, Bogotá.
- Vargas G. y Argüelles J. H. 2000. Clasificación y caracterización morfoagronómica del germoplasma de cinco especies frutales amazónicas. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá D.C. Colombia
- Vargas W. y Prieto A. 2006. Estado actual del conocimiento sobre la flora colombiana. Tomo II pp. 290 – 291. En: Chaves M.E. y Santamaría M. (eds). 2006. Informe nacional sobre el estado de avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998–2004. Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 2 tomos.
- Vejarano S. 2000. Ictiofauna de la laguna Yahuaraca y aspectos tróficos y reproductivos de cinco especies predominantes, Leticia – Colombia. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Biólogo Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Vélez G. 1992. Estudio fenológico de 19 frutales silvestres utilizados por las comunidades indígenas de la región de Aracua-Amazonia colombiana. Colombia Amazónica 6: 135-186.
- Vélez G. A. y Vélez A. J. 1992. Sistemas agroforestales de “chagras” utilizado por las comunidades del medio Caquetá (Amazonia colombiana). Colombia Amazónica. 6(1): 101-134
- Vidal O. y Prieto M. 1986. Observaciones del boto *Inia geoffrensis* (Iniidae) y del tucuxi *Sotalia fluviatilis* (Delphinidae) en Colombia. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey-Campus, Guaymas.
- Vidal O., Barlow J., Hurtado L., Torre J., Cendon P. & Zully O. 1997. Distribution and Abundance of the Amazon River Dolphin (*Inia geoffrensis*) and the Tucuxi (*Sotalia fluviatilis*) in the upper Amazon. Mar. Mamm. Sci. 13(3): 427-445.
- Vigna M.S. & Duque S.R. 1999. Silica Scaled chrysophytes from Amazonia region in Colombia. Nova Hedwigia 69(1-2): 151-162.
- Vigna S. M., Duque S. R. y Núñez-Avellaneda M. 2005. Tropical scaled Chrysophyte flora (Chrysophyceae and Synurophyceae) from Colombia. Beihefte zur Nova Hedwigia 128: 151-166.
- Villa L. A. 2004. Enfoque conceptual y metodológico para la zonificación ecológica y análisis del paisaje, ver 1.0. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. En: Informe técnico del proyecto: Ordenación y restauración de los PNN Tinigua y Cordillera de Los picachos, mediante la implementación y generación de alternativas sostenibles que garanticen la conservación y recuperación de la biodiversidad del AMEN. Sin publicar.
- Vitt L. J. & Blackburn D.G. 1991 Ecology and life history of the viviparous lizard *Mabuya bistriata* (Scincidae) in the Brazilian Amazon Copeia 1991(4): 916-927.
- Vitt L. J., Zani P. A., Caldwell J. P. & Carrillo E.O. 1994. Ecology of the lizard *Kentropyx pelviceps* (Sauria: teiidae) in lowland rain forest of Ecuador Canadian Journal of Zoology 73: 691-703.
- Voss R. S. & Emmons L. H. 1996. Mammalian diversity in neotropical lowland rainforest: A preliminary assesment. Bulletin of the American Museum of Natural History. No. 230.

- von Humboldt F. H. A. & Valenciennes A. 1821. Recherches sur les poissons fluviatiles de l'Amérique Équinoxiale. pp 145-216. En: Voyage de Humboldt et Bonpland, Deuxième partie Observations de Zoologie et d' Anatomie comparée Paris.
- Walschburger T. M., Romero M. H., Montenegro O. L., Hurtado A., Polo C. y Tovar J. 1995. Informe final proyecto Elementos para una estrategia de conservación y manejo de la biodiversidad en la Amazonia colombiana basada en su conocimiento biogeográfico. Fundación Puerto Rastrojo. Informe final presentado a Colciencias. Fundación Puerto Rastrojo. Bogotá, Colombia. 94pp.
- Walschburger T., Hurtado A., Romero M. H., Montenegro O., Rivas P., Polo C. y Ahumada M. L. 1998. La biogeografía como herramienta para la identificación de áreas prioritarias para la conservación del pacífico y Amazonía colombianas. En: Memorias del II Seminario Internacional del Medio Ambiente y Desarrollo sostenible. Bucaramanga, Colombia. 377pp.
- Washburger T., Hurtado A., Montenegro O. & Romero M. H. 1995. La biogeografía como herramienta para la identificación de áreas prioritarias para la conservación de la Amazonia colombiana. Informe Final. Fundación Puerto Rastrojo. Bogotá.
- WDCM. 2005. World Data Center for Microorganisms. <http://wdcm.nig.ac.jp/DOC/menu9.xml>.
- Wenny D. G. 2000. Seed dispersal, seed predation, and seedling recruitment of a neotropical montane tree. *Ecological Monographs*, 70: 331-351.
- Wetmore A. 1968. Addition to the list of the birds recorded from Colombia. *The Wilson Bulletin* 80(4): 325-326.
- Williams E. E. 1976. West Indian anoles: A taxonomic and evolutionary summary 1. Introduction and species list. *Breviora* (440): 1-21.
- Williams E. E. 1965 South American Anolis (Sauria: Iguanidae): Two new species of the *Punctatus* group. *Breviora* 233: 1-15.
- Willis E. O. 1969. On the behavior of five species of *Rhegmatorhina* ant following antbirds of the amazon basin. *The Wilson Bulletin* 81(4): 363-395.
- Willis E. O. 1988. Behavioral notes, breeding records, and range extensions for Colombian birds. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 16(63): 137-150.
- Wright S. J., Carrasco C., Calderón O. & Paton S. 1999. The El Niño Southern Oscillation, variable fruit production, and famine in a tropical forest. *Ecology* 80: 1632-1647.
- Yepes A. 2002. Caracterización de la cacería de subsistencia en la comunidad indígena Miraña Parque Nacional Natural Cahuinarí, Amazonas Colombia. Trabajo de grado para optar al título de Biólogo. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 165pp.
- Yoni J. D. 2006. El conocimiento ancestral indígena sobre los peces de la Amazonia: los lagos de Yahuaraca. Documentos ocasionales No 7. Universidad Nacional de Colombia, sede Leticia. 58pp.
- Zambrano A. 2001. Caracterización de la cacería de subsistencia en la comunidad indígena Miraña Parque Nacional Natural Cahuinarí, Amazonas Colombia. Trabajo de grado para optar al título de Biólogo. Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana.

- Zambrano A. 2003. Historia natural y ecología de la asociación *Triplaris* (Polygonaceae)–*Pseudomyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) en la Reserva Natural Palmarí. Trabajo de grado para optar al título de Biólogo. Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes.
- Zambrano G., Ortiz F. I. y Ballesteros Y. X. 2002. Aprovechamiento sostenible de la producción de miel silvestre por pequeños productores en la región de influencia del río Caguán. pp. 54-55. En: Nates-Parra G. (ed.). 2002. Libro de Resúmenes I Encuentro Colombiano sobre Abejas Silvestres. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 70pp.
- Zamora-Cortés A. S. 1999. Riqueza, diversidad y distribución de palmas en los bosques del medio Caquetá, Amazonas-Colombia. Tesis de pregrado. Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes. Bogotá. Colombia.
- Zent E. L. y Zent S. 2002. Impactos ambientales generadores de biodiversidad: conductas ecológicas de los Hoti de la Sierra Maigualda, Amazonas Venezolano. *Interciencia* 27(1).
- Zhong F., Brady A. G. & Shi J. 1996. Strategy using pooled DNA to identify 56 short tandem repeat polymorphisms for the Bolivian squirrel monkey. *BioTechniques* 21: 580-586.
- Zimmer J. T. 1932. Studies of Peruvian birds IV. The genus *Myrmotherula* in Peru with notes on extralimital forms, part 2. *American Museum Novitates* (524): 1-16. Versión electrónica en la URL: <http://hdl.handle.net/2246/4106> [Fecha consulta: 2006-05-31].
- Zimmer J. T. 1932. Studies of Peruvian birds VI, the Formicarian genus *Myrmoborus* and *Myrmeciza* in Peru. *American Museum Novitates* (545): 1-24. Versión electrónica en la URL: <http://hdl.handle.net/2246/4198> [Fecha consulta: 2006-05-31].
- Zimmer J. T. 1933. Studies of Peruvian birds X. The Formicarian genus *Thamnophilus*, part II. *American Museum Novitates* (647): 1-27. Versión electrónica en la URL: <http://hdl.handle.net/2246/3859> [Fecha consulta: 2006-05-31].
- Zimmer J. T. 1933. Studies of Peruvian birds XI. The genera *Taraba* and *Sakesphorus*. *American Museum Novitates* (668): 1-24. Versión electrónica en la URL: <http://hdl.handle.net/2246/3856> [Fecha consulta: 2006-05-31].
- Zimmer J. T. 1934. Studies of Peruvian birds XII. Notes on *Hylophylax*, *Myrmothe*, and *Grallaria*. *American Museum Novitates* (703): 1-21. Versión electrónica en la URL: <http://hdl.handle.net/2246/4504> [Fecha consulta: 2006-05-31].
- Zimmer J. T. 1936. Studies of Peruvian birds XXIV. Notes on *Pachyramphus*, *Platypsaris*, *Tityra*, and *Pyroderus*. *American Museum Novitates* (894): 1-26. Versión electrónica en la URL: <http://hdl.handle.net/2246/3967> [Fecha consulta: 2006-05-31].
- Zimmer J. T. 1943. Studies of Peruvian birds XLV. The genera *Tersina*, *Chlorophonia*, *Tangara*, *Tanagrella*, *Chlorochrysa*, and *Pipraeidea*. *American Museum Novitates* (1225): 1-24. Versión electrónica en la URL: <http://hdl.handle.net/2246/3797> [Fecha consulta: 2006-05-31].
- Zimmer J. T. 1943. Studies of Peruvian birds XLVI. The genera *Tangara*, part 1. *American Museum Novitates* (1245): 1-14. Versión electrónica en la URL: <http://hdl.handle.net/2246/4753> [Fecha consulta: 2006-05-31].
- Zimmer J. T. 1943. Studies of Peruvian birds XLVII. The genera *Tangara*, part 2. *American Museum Novitates* (1246): 1-14. Versión electrónica en la URL: <http://hdl.handle.net/2246/4755> [Fecha consulta: 2006-05-31].

Zimmer J. T. 1944. Studies of Peruvian birds XLVIII. The genera *Iridisornis*, *Delothraupis*, *Anisognathus*, *Buthraupis*, *Compsocoma*, *Dubusia*, and *Thraupis*. American Museum Novitates (1262): 1-21. Versión electrónica en la URL: <http://hdl.handle.net/2246/3742> [Fecha consulta: 2006-05-31].

Zimmer J. T. 1944. Two new subspecies of *Catharus aurantiirostris*. Auk 16: 404-407.

Zimmer J.T. 1945. Studies of Peruvian birds L. The genera *Ramphocelus*, *Piranga*, *Habia*, *Lanio*, and *Tachyphonus*. American Museum Novitates (1304): 1-26. Versión electrónica en la URL: <http://hdl.handle.net/2246/4454> [Fecha consulta: 2006-05-31].

Zúñiga M. del C., Hill, Stark P., Rojas A.M. & Baena M.L. 2001. Colombian *Anacroneuria* (Insecta: Plecoptera: Perlidae), Biodiversity and Distribution. pp. 301-304. En: Domínguez E. (Ed). 2001. Trends in Research in Ephemeroptera and Plecoptera. Kluwer Academic Plenum Publishers, N.Y.

