

CONVENIO ESPECIFICO DE COOPERACION ENTRE EL INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT Y EL INSTITUTO DE INVESTIGACION DE LA AMAZONIA PERUANA PARA LA CREACION DEL OBSERVATORIO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA AMAZONIA PERUANA

El presente documento constituye el Convenio Específico de Cooperación entre:

por un lado,

EI INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DEVELOPPEMENT, en adelante "IRD", establecimiento público de carácter científico y tecnológico, SIRET n° 180006025 00159, código APE 7219Z, con domicilio social en 44, boulevard de Dunkerque CS 90009, 13572 Marseille cedex 02, representado por su Presidenta y Directora General, **la Dra. Valérie VERDIER**,

y segundo,

EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AMAZONICAS DEL PERÚ, en adelante "IIAP", institución pública con sede en Av. Abelardo Quiñones Km 2.5, Iquitos, Perú, representada por su Presidenta Ejecutiva, **Dra. Carmen García Dávila**,

Actuando en su propio nombre ;

en lo sucesivo denominadas individualmente "la Parte" y conjuntamente "las Partes"; en los siguientes términos y condiciones:

VU	El Convenio Marco entre el IRD y la UNMSM firmado el 21/05/2004 y prorrogado por la enmienda 5 el 21.05.2020 (en adelante, el Convenio Marco).
CONSIDERANDO	La cooperación de larga data entre las partes en programas de investigación en la Amazonía peruana, en particular en el marco del laboratorio internacional conjunto "Evolución y Domesticación de la Ictiofauna Amazónica" (LMI EDIA), que ha permitido el desarrollo de enfoques innovadores para acceder a la biodiversidad, con la apertura de la cooperación a nuevos temas de investigación relacionados con cuestiones científicas relativas a la fauna y flora de los ecosistemas amazónicos.
CONSIDERANDO	Que los nuevos desafíos de la conservación de la biodiversidad vinculados al cambio global (efectos antropogénicos y cambio climático) requieren el desarrollo de actividades innovadoras de investigación para fortalecer la capacidad de las instituciones y/u organizaciones para promover el desarrollo sostenible de los agroecosistemas amazónicos.

Artículo 0 - Definiciones

Para efectos del presente convenio, los términos que comienzan por mayúscula se definen como sigue:

Convenio: este documento, sus apéndices y cualquier modificación del mismo.

Observatorio de Biodiversidad de la Amazonía Peruana u OBAP u Observatorio: Alianza para la investigación, la formación y el apoyo a las políticas públicas dedicadas a la evolución de la biodiversidad, la ecología de las especies, las comunidades y los socio-ecosistemas, con el objetivo de (i) - identificar los principales factores perturbadores de los ecosistemas de la Amazonía peruana e (ii) implementar procedimientos estandarizados de recolección y gestión de muestras biológicas, a partir de una red de sitios emblemáticos de referencia, representativos de la diversidad de los socioecosistemas, desde sitios con una ecología notable hasta sitios sometidos a una fuerte presión antropogénica, pasando por una diversidad de altitudes (sitios OBAP).

Datos OBAP: registros (cifras, textos, imágenes y sonidos) resultantes de observaciones y/o análisis realizados en el marco del OBAP.

Datos propios: Datos que pertenecen o están en posesión de una o varias Partes antes de la fecha de entrada en vigor del Convenio y/o desarrollados o adquiridos por ella paralelamente a la ejecución del Convenio, y de los que tiene derecho a disponer.

Nuevos datos: Datos adquiridos en virtud del Convenio.

Laboratorio de ADN Ambiental: Plataforma técnica alojada en las instalaciones del IIAP en Iquitos para satisfacer las necesidades del Observatorio en materia de análisis genómico y preservación de recursos genéticos, con el objetivo de (i) - proporcionar el equipamiento necesario para implementar procedimientos estandarizados de análisis de rastros de ADN en el medio ambiente, (ii) desarrollar una biblioteca de eDNA para la recolección y el mantenimiento a largo plazo de muestras de ADN ambiental recogidas en los sitios del OBAP, permitiendo el análisis, la identificación y el seguimiento de los organismos vivos en estos sitios de recolección, y (iii) proporcionar actividades de formación por y para la investigación del ADN ambiental.

Información Confidencial: toda información y/o Datos, cualquiera que sea su forma y naturaleza, revelados por una Parte a otra u otras Partes en virtud del Convenio y siempre que la Parte reveladora haya indicado clara e inequívocamente su carácter confidencial o, en el caso de una divulgación oral, que la Parte divulga haya indicado oralmente su carácter confidencial en el momento de la divulgación y haya confirmado dicho carácter por escrito en un plazo de treinta (30) días.

Programa del OBAP: orientaciones, misiones, actividades científicas y técnicas y calendario del OBAP detallados en el Anexo 1 para toda la duración del Convenio.

Sitios OBAP: sitios de referencia en toda la Amazonía peruana en relación con las estaciones del IIAP para el monitoreo a largo plazo de la biodiversidad amazónica. La lista de Sitios OBAP figura en el Anexo 1 y puede ampliarse a otros países amazónicos, en las condiciones establecidas en el Convenio.

Artículo 1 - Objeto

El presente convenio, en adelante "el Convenio", tiene por objeto establecer entre las Partes los términos y condiciones para la creación y funcionamiento del Observatorio de Biodiversidad de la Amazonía Peruana, cuyos objetivos principales, detallados en el Programa OBAP del Anexo 1, son los siguientes:

- Identificar los principales factores que perturban los ecosistemas de la Amazonia peruana.
- Seguimiento a largo plazo de la biodiversidad amazónica mediante una red de sitios piloto.
- Orientar la realización de proyectos mediante el establecimiento de procedimientos moleculares del tipo código de barras de ADN y ADN ambiental que sean estandarizados, repetibles y transferibles a la comunidad científica que trata temas relacionados con la biodiversidad amazónica.
- Crear y gestionar un laboratorio de ADN medioambiental.
- Formación, educación y transferencia de tecnología.

El Programa OBAP presentado en el Anexo 1 podrá ser actualizado por los codirectores en cualquier momento, previa consulta con el Comité de Coordinación y los representantes de las Partes (para el IRD: el Departamento Científico de ECOBIO, para el IIAP: la Presidenta del instituto). Los codirectores del OBAP notificarán a las Partes el Anexo 1 modificado.

Artículo 2 - Compromisos de las Partes

2.1 El IRD se compromete a:

- Movilizar los recursos humanos, materiales, financieros y logísticos necesarios para el buen funcionamiento de la OBAP, en función de sus posibilidades y previo arbitraje anual
- Facilitar la realización de análisis específicos en el laboratorio.
- Participar en misiones de campo para recoger las muestras biológicas necesarias para desarrollar las actividades científicas previstas por el programa OBAP.
- Fomentar la colaboración científica internacional y la publicación de resultados.

- Poner a disposición del OBAP el material biológico y los Datos Propios necesarios para la ejecución de las actividades del OBAP de convenio con el Programa del OBAP detallado en el Anexo 1.

2.2 El IIAP se compromete a:

- Poner a disposición del OBAP, según sus posibilidades, el personal científico, laboratorios y equipos necesarios para el desarrollo de los análisis específicos contemplados en el presente convenio.
- Contribuir a la adquisición conjunta con el IRD de los equipos necesarios para las actividades en el marco del OBAP.
- Participar conjuntamente con el IRD en misiones de campo para recoger las muestras biológicas necesarias para desarrollar las actividades científicas previstas.
- Fomentar la colaboración científica internacional y la publicación de los resultados obtenidos conjuntamente.
- Poner a disposición del IRD las muestras y la información generadas por el IIAP para la realización de actividades conjuntas de investigación en el marco del OBAP.
- El IIAP se compromete a solicitar todas las autorizaciones necesarias a las autoridades nacionales competentes, con el apoyo del IRD, para la toma de muestras, en el marco de la aplicación del Protocolo de Nagoya de 29 de octubre de 2010. El IIAP facilitará una copia de dicha autorización al IRD.

2.3 Las Partes se comprometen a:

- Definir, de común convenio, el Programa OBAP, así como las condiciones y contribuciones de cada una de las Partes para la realización de las actividades previstas.
- Buscar financiación externa para apoyar el programa conjunto.
- Publicar y difundir conjuntamente los resultados obtenidos por el IRD, el IIAP y sus socios. en el marco del presente Convenio, sin perjuicio de los derechos de terceros,
- Definir los temas de formación prioritarios para los estudiantes y el personal.
- Formación conjunta para estudiantes y personal.

Artículo 3 - Domicilio social del OBAP

El OBAP tiene su sede en los locales del IIAP, en la siguiente dirección Av. Abelardo Quiñones Km 2.5, Iquitos, Perú.

Artículo 4 - Coordinación del OBAP

La coordinación del OBAP es responsabilidad conjunta de las Partes, que asignan el personal descrito en el Anexo 1 del presente Convenio, en lo sucesivo denominados “Miembros del OBAP”.

El nombramiento de los codirectores y del comité de coordinación del Observatorio será realizado conjuntamente por las Partes durante la vigencia del Convenio.

En la fecha de la firma del Convenio, los codirectores de la OBAP son:

- Dra. Carmen García Dávila, Presidenta Ejecutiva del IIAP.
- y el Dr. Nicolas Hubert, Director de Investigación del IRD (UMR ISEM).
-

Si uno de los codirectores no pudiera seguir coordinando el OBAP, las Partes nombrarán de mutuo convenio a un nuevo director.

Los codirectores cuentan con el apoyo de un comité consultivo de coordinación formado por los dos codirectores y cuatro miembros nombrados por los codirectores del OBAP que representan a expertos externos, investigadores y representantes de la sociedad civil, y abarcan los principales temas del OBAP (ciencias medioambientales, conservación, evolución). La lista de miembros del comité de coordinación figura en el Apéndice 2.

La composición del Comité de Coordinación podrá cambiar durante el periodo cubierto por el Convenio, según decidan los codirectores.

El comité se reunirá al menos cuatros (4) veces al año para revisar los resultados obtenidos y cualquier modificación de los trabajos futuros. Diez días después de cada reunión se presentará un informe a los representantes de las Partes.

Los codirectores :

- Lideran, orientan y dirigen las actividades del OBAP de convenio con el programa detallado en el Apéndice 1.
- Gestionan todos los recursos puestos a disposición del OBAP.
- Elaboran un informe anual de actividades y financiero del OBAP y lo envían, previa consulta con el comité de coordinación, a los representantes científicos del IRD (Departamento Científico de ECOBIO) y del IIAP.
- Contribuyen a la preparación de respuestas conjuntas a las convocatorias de proyectos.
- Velan por la aplicación de las normas deontológicas y de conducta profesional en las actividades realizadas por el OBAP.
- Organizan reuniones del Comité de Coordinación.

El Comité de Coordinación del OBAP es consultado sobre todas las medidas relativas a los recursos, la organización y el funcionamiento del Observatorio:

- Cómo funciona el OBAP.
- Asociaciones con terceras instituciones.
- Comunicación interna y externa de la OBAP.
- Informe anual de actividades y financiero de la OBAP.
- Aplicación de las normas deontológicas y de conducta profesional.
- Recursos del OBAP.
- La adición de una Parte al presente Convenio.
- La inclusión o exclusión de miembros de la OBAP.
- Y sobre cualquier otro asunto que los codirectores consideren útil someter a su consideración.

Artículo 5 - Acceso y propiedad de los datos

5.1. Principios generales de acceso a los datos OBAP

Las Partes desean que las actividades del OBAP se inscriban en un enfoque de ciencia abierta y, en este marco, se comprometen a aplicar y desarrollar prácticas y sistemas digitales destinados a promover la accesibilidad y la reutilización de los Datos del OBAP.

En este sentido, salvo convenio en contrario entre las Partes del Convenio, y salvo que existan motivos legítimos y/o legales para negarse a facilitar información, invocados por las Partes y/o previstos por la normativa aplicable, las Partes se esforzarán por abrir la difusión y reutilización de los Datos OBAP a toda la comunidad pública y a la sociedad civil.

Se acuerda entre las Partes que los Datos OBAP estarán abiertos a la difusión y reutilización por parte de la comunidad pública y la sociedad civil de conformidad con los siguientes términos y condiciones:

- Para datos, documentos y otros productos: licencia CC-by.
- Para código fuente y software: licencias permisivas (como Apache-2.0 o MIT), o licencias con obligación de reciprocidad (como las licencias GNU GPL: GPL-3.0-o-later, LGPL-3.0-o-later, AGPL-3.0-o-later).

5.2. Propiedad de los datos protegidos

5.2.1. Sin perjuicio de los derechos de terceros, cada Parte conserva la plena y total propiedad de sus Datos Propios y puede disponer de ellos libremente.

- 5.2.2.** En ausencia de estipulaciones diferentes en un convenio de licencia celebrado entre las Partes implicadas, con el único fin de llevar a cabo el Proyecto y sin perjuicio de los derechos de terceros, cada Parte concede a cada una de las otras Partes un derecho no exclusivo e intransferible, sin derecho a sublicenciar, y sin contraprestación económica, a utilizar sus Datos Propios cuando estos Datos Propios sean necesarios para llevar a cabo las actividades previstas en el Programa OBAP.
- 5.2.3.** Dicha Información Privilegiada será revelada por la Parte que la posea a petición expresa de otra Parte y será tratada como Información Confidencial.
- 5.2.4.** La Parte receptora proporcionará, cuando sea necesario, las medidas de protección administrativas, técnicas y físicas adecuadas para garantizar la confidencialidad y seguridad de dichos Datos e impedir su uso o acceso no autorizados. Además, se compromete a no trasladar físicamente los Datos o, en el caso de Datos encriptados, a no transmitirlos de ninguna manera desde el sitio de la Parte receptora sin la autorización previa de la Parte que comparte los Datos.

5.3. Propiedad de los nuevos datos

- 5.3.1.** Los Nuevos Datos son propiedad exclusiva de la Parte que los ha generado. La Parte propietaria podrá utilizar, explotar y/o hacer explotar libremente los Nuevos Datos de los que es la única propietaria.
- 5.3.2.** En el caso de que los Nuevos Datos sean generados por el personal de ambas Partes de forma inseparable, estos Nuevos Conocimientos serán propiedad conjunta de las Partes, en proporción a sus aportaciones intelectuales, humanas, materiales y financieras, salvo que dichas Partes acuerden mediante convenio la devolución a una de ellas de los derechos de propiedad relativos a los mismos.
- 5.3.3.** Las Partes se comprometen a adoptar todas las medidas adecuadas, en particular con respecto a sus empleados y/o posibles subcontratistas, que les permitan conceder a las otras Partes los derechos de uso y explotación de los Nuevos Datos.
- 5.3.4.** La Parte receptora de los Nuevos Datos adoptará las medidas de protección administrativas, técnicas y físicas adecuadas para garantizar la confidencialidad y seguridad de dichos datos e impedir su uso o acceso no autorizados. Además, se compromete a no trasladar físicamente los datos o, en el caso de datos encriptados, a no transmitirlos de ninguna manera

desde el sitio de la Parte receptora, sin la autorización previa de la Parte que comparte los datos.

Artículo 6 - Adquisición de materiales y equipos

- 6.1. Los materiales y equipos adquiridos en virtud del presente Convenio seguirán siendo propiedad de la Parte que los haya comprado.
- 6.2. Sin perjuicio de lo anterior, las Partes acuerdan que los materiales y equipos adquiridos en este marco se pongan a disposición de las actividades del OBAP.
- 6.3. Al término del Convenio, salvo convenio en contrario entre las Partes, la propiedad de dichos materiales y equipos se transferirá al IIAP de conformidad con las normas establecidas en el Artículo L3212-2, 4° del Código General de la Propiedad de las Personas Públicas al que está sujeto el IRD como establecimiento público francés.
- 6.4. La transferencia de propiedad queda registrada en una carta-convenio debidamente firmada por las Partes, que incluye la lista definitiva de materiales y equipos elaborada por los codirectores del OBAP.

Artículo 7 - Acceso a los recursos genéticos y distribución de beneficios

- 7.1. Las Partes se comprometen a cumplir el Convenio sobre la Diversidad Biológica y el Protocolo de Nagoya. Cuando proceda, desarrollarán en contratos específicos convenios de acceso y participación en los beneficios asociados a los recursos genéticos y los conocimientos tradicionales, que tendrán por objeto, en particular, compartir y reforzar su experiencia científica y los conocimientos conexos.
- 7.2. Toda recogida e intercambio de muestras de cualquier tipo (material vegetal, animal, microbiológico, etc.) se realizará respetando estrictamente la legislación de cada uno de los países en los que estén establecidas las Partes y la legislación internacional.
- 7.3. Se acuerda entre las Partes que el IIAP tiene el deber de asesorar e informar al IRD sobre todas las gestiones y trámites a realizar ante las autoridades competentes en el marco de las actividades del OBAP.
- 7.4. Para cualquier transferencia de material biológico, las Partes facilitarán la circulación y el acceso a estos recursos, en el marco de la legislación nacional e internacional vigente. A tal efecto, toda transferencia de material deberá ser objeto de un convenio específico de transferencia de material. Asimismo, las instituciones se comprometen a facilitar toda la información relativa al material biológico que la otra Parte necesite para cumplir sus obligaciones en virtud de la normativa aplicable.

Artículo 8 - Adhesión de una nueva Parte al OBAP

- 8.1. En caso de que una institución tercera desee participar en el Programa OBAP, los codirectores remitirán la solicitud al Comité de Coordinación del OBAP para que emita su dictamen y a sus respectivas direcciones científicas para su aprobación (en el caso del IRD: el departamento científico de ECOBIO).
- 8.2. Toda nueva adhesión será objeto de una modificación del presente Convenio, firmada por el nuevo miembro y las Partes, y de una actualización del Apéndice 1.

Artículo 9 - Duración - Modificación - Prórroga

- 9.1. El presente Convenio entrará en vigor en la fecha de su firma por las Partes por un período de cinco (5) años.
En caso de que el Convenio Marco finalice antes de la finalización del mismo, seguirán siendo aplicables las disposiciones a que se refiere el artículo 10 del presente.
- 9.2. El Convenio podrá modificarse o prorrogarse mediante una enmienda firmada por ambas Partes.

Artículo 10 - Otras disposiciones

Las disposiciones del Convenio Marco se aplicarán a las condiciones aplicables entre las Partes en materia de responsabilidad civil, confidencialidad, publicaciones, propiedad intelectual, explotación de resultados, ética y resolución de litigios.

Artículo 11 – Firma electrónica

Sin perjuicio de los casos en que la normativa lo prohíba, las Partes acuerdan que el Convenio podrá firmarse en formato electrónico, considerándose que cada copia del Convenio tiene el mismo valor jurídico y fuerza probatoria que las firmas manuscritas originales, y que, en caso de litigio o reclamación derivada del Convenio, cada una de las Partes renuncia por la presente a invocar cualquier defensa y/o renuncia basada en la firma del Convenio mediante firma electrónica.

Hecho en seis (06) ejemplares originales, tres (03) en francés y tres (03) en español, siendo cada versión igualmente auténtica, el 2023.

Para IRD



Dra. Valérie VERDIER
Presidenta Directora General

Para el IIAP



Instituto de
Investigaciones de la
Amazonia Peruana
Firma Digital

Firmado digitalmente por GARCIA
DAVILA Carmen Rosa FAU
20171781648 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 19.12.2023 12:02:46 -05:00

Dra. Carmen Rosa García Dávila
Presidente Ejecutivo

ANEXO I - Descripción de las actividades científicas y de los participantes

OBSERVATORIO DE LA BIODIVERSIDAD DE LA AMAZONIA PERUANA (OBAP)

para vigilar los ecosistemas de la Amazonia peruana

EQUIPO PARTICIPANTE

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)

García-Dávila Carmen (Presidenta Ejecutiva del IIAP, genetista)
Angulo Carlos (programa AQUAREC, genetista)
Castro Diana (responsable del laboratorio LBGGM, programa AQUAREC, genetista)
Del Castillo Dennis (director del departamento de investigación de BOSQUES, ecólogo forestal)
Estivals Guillain (programa AQUAREC, genetista)
Gagliardi Giuseppe (departamento DBIO, herpetólogo)
Martin Brañas Manuel (director del departamento de investigación Sociodiversidad)
Mejia Kember (director del departamento de investigación del DBIO, botánico)
Pérez Peña Pedro (departamento DBIO, zoólogo)
Vizcarra Bentos Tony (Departamento DBIO, botánico)
Zarate Ricardo (Departamento de Sociodiversidad, botánico)

Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD)

UMR 232 - DIADE

Barnaud Adeline (CR IRD, genetista, etnoecóloga)
Couvreur Thomas (doctor del IRD, genetista)
Duminil Jérôme (DR IRD, genetista)
Renno Jean-François (DR IRD, genetista)
Thuillet Anne-Céline (CR IRD, genetista)

UMR226 - ISEM

Antoine Pierre-Olivier (PR UM, paleontólogo)
Caminade Pierre (técnico del CNRS, biología molecular)
D'Cotta Helena (investigadora del CIRAD, genómica)
Fabre Pierre-Henri (MCU Universidad de Montpellier, evolucionista)
Hubert Nicolas (doctor del IRD, genetista)
Khalid Belkhir (CNRS IR, bioinformática)
Penaud Benjamin (técnico de bioinformática del CNRS)
Perrier Lucile (técnico del CIRAD, biología molecular)

UMR BOREA

Pouilly Marc (CR IRD, ecologista)

UMR 248 - MARBEC

Duponchelle Fabrice (DR IRD, ecólogo)

ANTECEDENTES

Con 30.000 especies de plantas, 15.000 de las cuales son endémicas, y 2.680 especies de vertebrados, 1.286 de las cuales son endémicas, el punto caliente de biodiversidad de las estribaciones andinas es el más rico en especies endémicas del mundo, pero también uno de los más amenazados. Como en todos los demás hotspots, las presiones humanas directas y el calentamiento global están afectando a la biodiversidad amazónica, y lo harán aún más en un futuro próximo, redistribuyendo los conjuntos de especies a lo largo del gradiente altitudinal. Estos cambios afectan a las biotas de la llanura amazónica como fuente de biodiversidad, con especies cuyas capacidades de dispersión les permiten hacerlo siguiendo el aumento de los nichos térmicos, mientras que otras desaparecerán o permanecerán en zonas de refugio protegidas de las presiones antropogénicas. En este contexto, lo que está en juego en torno a este hotspot va mucho más allá de sus límites actuales y exige comprender los mecanismos en curso a escalas espaciales mucho mayores, incluida toda la cuenca amazónica, considerada también megadiversa.

Sin embargo, el conocimiento de esta formidable biodiversidad sigue siendo en gran medida fragmentario, como demuestra el ritmo cada vez mayor al que se describen nuevas especies cada año. Tal y como están las cosas, esta falta de conocimiento es un obstáculo importante para el uso racional de la biodiversidad y para el desarrollo de soluciones para su conservación, que deben tener en cuenta los efectos del cambio global como consecuencia de la dinámica humana y climática. El objetivo es poder aplicar políticas de uso sostenible de los servicios ecosistémicos cruciales para el abastecimiento alimentario, la salud de las poblaciones amazónicas y el desarrollo económico de los países andinos (pesca, caza, acuicultura, agricultura, plantas medicinales, biotecnología, etc.), así como políticas de conservación.) y las políticas de conservación. Esta biodiversidad es también esencial para la estabilidad de los ecosistemas amazónicos, que desempeñan un papel fundamental en los ciclos climáticos globales y en la mitigación de los efectos del cambio climático. Sin embargo, la estabilidad de los ecosistemas amazónicos se ve amenazada en primer lugar por las crecientes presiones antropogénicas con efectos inmediatos y directos: sobreexplotación de recursos, deforestación, contaminación, construcción de infraestructuras y en particular de presas hidroeléctricas, pérdida o fragmentación de hábitats, introducción de especies alóctonas, minería y extracción de petróleo, intensificación de los agrosistemas favoreciendo el cambio climático, lo que a su vez agrava los efectos de las presiones antropogénicas iniciales.

En un momento en que se está produciendo la sexta extinción masiva de organismos vivos, la falta de conocimientos sobre los ecosistemas amazónicos y su biodiversidad sigue siendo un obstáculo importante para el uso sostenible de los recursos biológicos acuáticos y forestales de la Amazonia, para su conservación y para el desarrollo sostenible de las actividades humanas. Una gestión adecuada de la biodiversidad amazónica requiere, por tanto, :

- Tener en cuenta las cuestiones científicas planteadas durante el diálogo entre los científicos, a través de los investigadores en ciencias humanas y sociales del programa *SocioDiversidad* del IIAP, y los responsables políticos (en Perú: CERFOR, SERNAM,

DIREPRO) en contacto con las sociedades amazónicas, con el fin de identificar colectivamente los puntos conflictivos y desarrollar una metodología compartida para un enfoque sostenible de la resolución de los problemas planteados.

- Análisis temporal (a escala del antropoceno) de la dinámica de los cambios en la biodiversidad mediante el análisis espacial de la distribución de las especies a escala de sus hábitats (mancha forestal, tramo fluvial) y de sus ecosistemas (macizo forestal, cuenca hidrográfica).
- Evaluar el impacto de las actividades humanas (sobreexplotación de los recursos forestales y acuícolas, presas, deforestación, contaminación, introducción de especies invasoras, desarrollo de la agricultura) en los cambios de la biodiversidad.

Si bien la identificación (identidad) y caracterización (interacciones/dinámica) de la biodiversidad es un requisito previo esencial para abordar estas cuestiones, los métodos tradicionales de inventario (captura, recuento visual, almacenamiento en herbarios) llevan mucho tiempo y requieren una amplia logística para desarrollarse en zonas tan extensas, por razones técnicas, logísticas y financieras. El reciente desarrollo de técnicas de secuenciación de banda ancha (NGS) junto con la metabarcodificación (identificación molecular) está abriendo nuevas perspectivas para la caracterización y el seguimiento de la biodiversidad. Estos enfoques permiten identificar y cuantificar hasta especies decenas o miles de individuos o tejidos de individuos recogidos simultáneamente (metabarcodificación por captura en muestras masivas, por ejemplo, enjambres de larvas planctónicas o recolecciones de hojas) e identificar taxones a partir de la detección de rastros de ADN en el medio ambiente (suelo, agua, aire). Estos enfoques han demostrado que a menudo son más sensibles (Valentini, 2016; Kraaijeveld, 2015; McDevitt, 2019; Deiner 2017) para detectar especies raras o esquivas en muestras de ADN ambiental (eDNA: recogida de ADN en agua, suelo, sedimentos, etc.), al tiempo que no son invasivos. Esto facilita la creación de inventarios en zonas protegidas. Este enfoque de eDNA también se utiliza para la detección temprana de especies invasoras (Blackman et al, 2020), en el análisis y seguimiento de comunidades ecológicas (Cilleros et al, 2019), o cuando el muestreo directo es demasiado difícil de llevar a cabo (Sigsgaard 2016). Sin embargo, estos enfoques solo son plenamente operativos cuando se dispone de bibliotecas de secuencias de referencia (identificadas hasta la especie en función de los caracteres morfológicos reconocidos en los especímenes). Por desgracia, estas bibliotecas solo están disponibles para un número muy reducido de grupos taxonómicos pertenecientes a faunas que ya son bien conocidas (por ejemplo, en Europa, Norteamérica y Australia). En el contexto de la fauna y flora tropicales, las lagunas de conocimiento son tales que aún no podemos prescindir por completo de los métodos tradicionales de inventario de organismos vivos, necesarios para la construcción de bibliotecas de referencia normalizadas que puedan utilizarse de forma reproducible. El reto de la aplicación de estos métodos en el Sur es, por tanto, doble: (1) el desarrollo de bibliotecas de referencia de códigos de barras de ADN (fragmento de ADN estándar utilizado como etiqueta interna de especie), que permitan identificar hasta la especie todo tipo de muestras (por ejemplo, ADN_e, o metabolitos).g. ADN_e, o metabarcoding) en el marco de procedimientos establecidos a escala internacional (proyecto internacional Barcode of Life - *iBOL.org*), (2) la aplicación de procedimientos normalizados de seguimiento de la biodiversidad mediante métodos de metabarcoding/tipo ADN_e.

Desde hace 6 años, el IRD (UMR DIADE) y el IIAP (Perú) han puesto en común sus conocimientos para desarrollar métodos de análisis de la biodiversidad amazónica mediante metabarcodificación (Maggia et al. 2017; Mariac et al. 2018) aplicada a muestras masivas o a muestras de ADNe tomadas del medio acuático. Así, hemos podido identificar áreas de reproducción de 13 especies de peces detectadas a partir de sus larvas y huevos en la reserva Madidi en Bolivia (Miranda et al. 2020); comparar la producción y reclutamiento de larvas de 97 especies de peces distribuidas entre dos cuencas hidrológicas, la del Ucayali y la del Marañón en Perú (Mariac et al. 2021); destacar la estructura de las poblaciones de peces en una cuenca que atraviesa varias hidroecorregiones, desde el piedemonte andino, a casi 5000 m de altitud, hasta la llanura, a 300 m (Mariac et al. Aceptado por PlosOne sujeto a modificaciones).

En esta fase, una vez establecidos y probados los protocolos a partir del modelo "pez", la aplicación a escalas espaciales, taxonómicas y temporales más amplias, requiere un esfuerzo previo en la constitución de bibliotecas de referencia de códigos de barras de ADN para (1) reducir el déficit de conocimiento de la biodiversidad amazónica (fauna y flora) y la falta de cobertura de las bibliotecas de referencia de códigos de barras de ADN mediante métodos de identificación taxonómica basados en el muestreo de especímenes, (2) formar a los socios del sur en el uso de bases de datos internacionales (*Barcode of Life Data System*, BOLDsystem.org) como proveedores de nuevas secuencias, y luego como usuarios para los enfoques de ADNe y metabarcodificación, (3) consolidar los procedimientos desde la adquisición de datos de códigos de barras de ADN hasta la realización de análisis de ADNe y metabarcodificación a grandes escalas espaciales, taxonómicas y temporales, (4) proporcionar formación en ciencias de la biodiversidad, tanto actual como pasada, con el fin de integrar estos nuevos enfoques en un contexto científico más amplio, destinado a comprender la evolución de la biodiversidad en el Antropoceno. Para ello, el OBAP se apoya en un amplio abanico de colaboradores y competencias que combinan la investigación, la formación y la docencia, y en una diversidad de enfoques y procedimientos para caracterizar y monitorizar la biodiversidad amazónica.

I. MISIONES DE OBAP

El objetivo del OBAP es desarrollar una plataforma analítica capaz de gestionar todas las etapas del eADN (código de barras del ADN, metabarcodificación) en el marco de un observatorio (véase carta adjunta). La iniciativa emprendida hasta la fecha en la Amazonia se inscribe en una necesidad urgente de documentar los cambios en la biodiversidad ante las alarmantes proyecciones del Grupo Científico para la Amazonia (SPA, SDSN-Naciones Unidas: <https://www.theamazonwewant.org/Chapters-in-Brief/>) sobre el estado de degradación de los hábitats. El objetivo es anticiparse a los impactos de los cambios globales (antropogénicos directos y climáticos) mediante la detección precoz de cambios en los ensamblajes de especies, que conduzcan a futuras disfunciones en los servicios ecosistémicos (alimentación, medicina tradicional, agroecología, etc.). Estos objetivos están en consonancia con el ODS (15.1): "velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y de agua dulce y los servicios conexos, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, de conformidad con las obligaciones contraídas en virtud de los convenios

internacionales", pero también adquieren una dimensión sin precedentes debido a los importantes problemas de conservación y desarrollo sostenible asociados al punto caliente de biodiversidad del Piedemonte Andino que limita con la cuenca occidental del Amazonas.

Sin embargo, el impulso generado por el OBAP sólo podrá mantenerse a largo plazo si se inscribe simultáneamente en un marco de cooperación debatido entre las distintas partes y luego reconocido institucionalmente al más alto nivel.

Con misiones compartidas entre el IIAP y el IRD, con el que ya están asociadas otras instituciones como la WCS y la MHN, pero también en relación con otras iniciativas francesas en desarrollo como NAMCO (Neotropical Aquatic eDNA Monitoring Consortium) posicionado en la Guayana Francesa, Bolivia, Colombia y Brasil, el papel de coordinación y liderazgo del OBAP se basa en la realización de 3 misiones principales:

Misión 1 - Identificación de los principales factores de perturbación de los ecosistemas de la Amazonia peruana

- Implicar a las empresas amazónicas

Las poblaciones amazónicas, que dependen en gran medida de la fauna y flora silvestres para su subsistencia (pesca, caza, recolección, agrosilvicultura), suelen ser observadores precoces de los cambios en curso, mucho antes de que los gobiernos regionales y nacionales sientan sus consecuencias. En este sentido, el papel de los pueblos indígenas como centinelas del cambio global todavía se utiliza demasiado poco en la detección y el seguimiento de las alteraciones de la biodiversidad. A largo plazo, el OBAP, a través del programa *SocioDiversidad del IIAP*, que implica a los responsables políticos (en Perú: CERFOR, SERNAM, DIREPRO) y a las sociedades amazónicas, se propone desarrollar enfoques participativos. El objetivo es intentar resolver los problemas relacionados con la biodiversidad (pesca, caza, mercado ornamental, extracción de madera, farmacopea, otras presiones antropogénicas como presas, monocultivos extensivos de caña de azúcar o palma aceitera, industrias contaminantes, etc.) que se transmitirán a los principales donantes (CONCYTEC). El OBAP también puede apoyarse en el proyecto *Ciencia Ciudadana para la Amazonia* (<https://www.amazoniacienciaciudadana.org/>), financiado por la Fundación Gordon & Betty Moore y coordinado por WCS Perú, en el que participan varios miembros del OBAP. El enfoque de ciencia ciudadana permite crear un espacio común entre investigadores y sociedad civil propicio para la identificación de problemas relacionados con el uso sostenible de la biodiversidad y la aplicación de soluciones desarrolladas conjuntamente. Las cuestiones científicas que requieran la participación del OBAP en el seguimiento de la biodiversidad mediante el enfoque del ADNe o la metabarcodificación (por ejemplo, los estudios de impacto localizados previos a la construcción de una presa o la plantación de un monocultivo) deberán aclararse con las autoridades políticas de la región antes de emprender cualquier otra acción. Además, a través del IIAP, el OBAP pretende apoyar y coordinar la divulgación de los nuevos conocimientos adquiridos en forma de talleres de conferencias, seminarios, artículos de prensa, *informes políticos* e intercambios directos con las comunidades amazónicas y los organismos políticos.

Misión 2 - Orientar la ejecución de los proyectos mediante la aplicación de procedimientos normalizados, repetibles y transferibles para la comunidad científica implicada en las cuestiones relativas a la biodiversidad amazónica.

En el marco de esta misión, el OBAP pretende normalizar los procedimientos de colecta y gestión de muestras biológicas, en todos los niveles de la cadena de caracterización y diagnóstico de la biodiversidad, desde la producción de bibliotecas de referencia de códigos de barras de ADN y el desarrollo de una eDNAtèque para la conservación óptima de eDNAs de diferentes muestras (agua, sedimentos, suelo, aire), hasta su aplicación en estudios de eDNA y metabarcodificación de *comunidades en masa*. El OBAP coordinará las acciones destinadas a :

- Creación de bibliotecas de referencia de códigos de barras de ADN: transferencia de conocimientos y sostenibilidad

La aplicación y relevancia de los enfoques de metabarcodificación dependen en gran medida de la cobertura taxonómica de las bibliotecas de referencia de códigos de barras de ADN. Sin embargo, estas bibliotecas representan actualmente sólo una pequeña fracción de las especies conocidas en la Amazonia. Esto limita considerablemente la capacidad de identificar a nivel de especie la diversidad recogida en las muestras de ADN, que con demasiada frecuencia se queda a nivel de unidades taxonómicas sin especificar la especie. Estas bases de datos, que se completarán con nuevas referencias de códigos de barras de ADN y posiblemente se ampliarán para diferentes marcadores según sea necesario, permitirán una identificación más exhaustiva de la diversidad objeto de los distintos proyectos. El objetivo del OBAP será identificar colectivamente las lagunas de estas bibliotecas de referencia y definir los taxones prioritarios (fauna y flora) para su secuenciación y referenciación. Apoyándose en un amplio abanico de competencias, el OBAP facilitará la creación de redes entre el IIAP, el IRD y otros socios de los países andinos, con el fin de enriquecer estas bibliotecas de referencia aumentando el número de especies en cada uno de los taxones estudiados.

Estas bibliotecas requieren un importante esfuerzo de normalización. El enfoque del código de barras de ADN, más allá de la adquisición de datos de secuencias, está asociado a criterios de calidad de los datos (georreferenciación, especímenes depositados en colecciones nacionales, metadatos de las colecciones, identificación y secuenciación) establecidos por el proyecto *internacional Barcode of Life* (ibol.org), lo que requiere la transferencia de conocimientos técnicos. El OBAP se encargará del seguimiento de la calidad de estos trabajos para enriquecer las bibliotecas de referencia de los grupos taxonómicos objetivo, así como del apoyo necesario para el depósito y la gestión de estas bibliotecas por parte de los socios del sistema Barcode of Life Data (BOLD).

- Creación y gestión de una biblioteca de ADN

Cada muestra de ADN contiene una gran diversidad taxonómica (desde microorganismos hasta organismos superiores) que actualmente no puede analizarse simultáneamente. Por lo

tanto, la recogida de ADN es esencial, ya que representa un recurso considerable que puede proporcionar información sobre los organismos vivos presentes en los lugares de recogida y la posibilidad de realizar un seguimiento de esta biodiversidad a lo largo del tiempo. Será absolutamente esencial mantener la colección de eADN a largo plazo en condiciones de almacenamiento adecuadas (-20°C, cámara frigorífica) con una gestión adecuada de la colección (equipos que garanticen la trazabilidad y la distribución de las muestras). También proporcionará submuestras en función de las preguntas planteadas, de los organismos a estudiar y del progreso de las técnicas de análisis. Esta biblioteca de ADN estaría ubicada en la sede del IIAP en Iquitos.

- Identificación de talleres para el seguimiento a largo plazo de la biodiversidad amazónica

Para caracterizar las respuestas de la biodiversidad al cambio global, es necesario establecer protocolos estandarizados y aplicarlos a largo plazo. Dada la complejidad de los ecosistemas amazónicos, las escalas espaciales y taxonómicas a considerar en la Amazonía peruana y los esfuerzos logísticos involucrados, dicho monitoreo requiere la identificación de sitios taller donde se establecerán estos programas estandarizados de monitoreo. Estos sitios deben ser emblemáticos, representativos de la diversidad de socio-ecosistemas, que van desde sitios con una ecología notable a sitios bajo fuerte presión antropogénica, así como una diversidad de altitudes. Un seguimiento multisitio de este tipo requiere una presencia permanente, respaldada por recursos humanos. El OBAP se apoyará en la red de estaciones biológicas del IIAP (Figura 1), presentes en toda la Amazonia peruana, y que ya están permitiendo la realización de proyectos de investigación (proyectos 1, 2 y 4), pudiendo servir los sitios de estudio como sitios de talleres. Las estaciones biológicas que servirán para establecer los protocolos de monitoreo de los sitios del taller serán elegidas conjuntamente por los participantes del OBAP, teniendo en cuenta la diversidad de la situación en la Amazonía peruana y el piedemonte andino.



Figura 1: Estaciones de investigación del IIAP en la Amazonía peruana (sede de Iquitos, estación de Tarapoto, Tingo María, Puerto Maldonado, Santa María de Nieva, Pucallpa y arboreto de Jenaro Herrera).

Misión 3 - Formación, educación y transferencia de tecnología

Una vez identificadas las necesidades de formación (por ejemplo, normativa, recogida, biología molecular, tratamiento bioinformático y análisis de datos) de los socios y estudiantes del sur que participan en los proyectos actuales, el OBAP tomará medidas para encontrar la financiación necesaria para impartir esta formación.

Inicialmente, por razones logísticas y de pericia, sólo se realizan en el IIAP las extracciones de ADN y la secuenciación sanger para los especímenes de referencia. Las bibliotecas de ADN y la secuenciación masiva se realizan actualmente en el marco de un contrato de servicios coordinado por el IRD y el IIAP, mientras que el tratamiento bioinformático corre a cargo del IRD (UMR DIADE, ISEM y BOREA). En una segunda fase, tras la formación en los enfoques NGS y

la transferencia de tecnología, el control de todo el proceso de análisis de eADN y metabarcodificación se transferirá al IIAP.

En cuanto a la formación a través de la investigación, se hará hincapié en el desarrollo de las competencias de los estudiantes peruanos de máster y doctorado, en particular a través de la [Escuela Doctoral Franco-Peruana de Ciencias de la Vida](#). Desde hace casi una década, ésta concede anualmente becas de doctorado para tesis codirigidas (Perú/Francia), con excelentes rendimientos de experiencia en disciplinas naturalistas.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Blackman RC, Ling KKS, Harper LR, Shum P, Hänfling B, Lawson-Handley L. Targeted and passive environmental DNA approaches outperform established methods for detection of quagga mussels, *Dreissena rostriformis bugensis* in flowing water. *Ecol Evol.* 2020;10: 13248-13259. doi:10.1002/ece3.6921
- Cilleros K, Valentini A, Allard L, Dejean T, Etienne R, Grenouillet G, Iribar A, Taberlet P, Vigouroux R, Brosse S. Desentrañar la biodiversidad y los estudios de conservación en entornos de alta diversidad utilizando ADN ambiental (eADN): Una prueba con peces de agua dulce guyaneses. *Mol Ecol Resour.* 2019 Jan;19(1):27-46. doi: 10.1111/1755-0998.12900. Epub 2018 Jun 5. PMID: 29768738.
- Deiner K, Bik HM, Mächler E, Seymour M, Lacoursière-Roussel A, Altermatt F, et al. Environmental DNA metabarcoding: Transforming how we survey animal and plant communities. *Mol Ecol.* 2017;26: 5872-5895. doi:10.1111/mec.14350
- Maggia M.E., Vigouroux Y., Renno J.-F., Duponchelle F., Desmarais E., Nunez J., Garcia-Davila C., Carvajal-Vallejos F., Paradis E., Martin J. F., Mariac C. (2017). Metabarcodificación de ADN de enjambres de ictioplancton amazónico. **PlosOne** 12(1): 1-14
- Kraaijeveld K, de Weger LA, Ventayol García M, Buermans H, Frank J, Hiemstra PS, den Dunnen JT. Efficient and sensitive identification and quantification of airborne pollen using next-generation DNA sequencing. *Mol Ecol Resour.* 2015 Jan;15(1):8-16. doi: 10.1111/1755-0998.12288. Epub 2014 jun 17. PMID: 24893805.
- McDevitt AD, Sales NG, Browett SS, Sparnenn AO, Mariani S, Wangensteen OS, et al. Metabarcodificación ambiental de ADN como una herramienta eficaz y rápida para el monitoreo de peces en canales. *J Fish Biol.* 2019;95: 679-682. doi:10.1111/jfb.14053
- Mariac C, Miranda G, Duponchelle F, Ramallo C, Wallace R, Tarifa G, Garcia-Davila C, Ortega H, Pinto J, Renno, JF. 2021. Unveiling biogeographical patterns of the ichthyofauna in the Tuichi basin, a biodiversity hotspot in the Bolivian Amazon, using environmental DNA. **Enviado a PlosOne**

Mariac, C., Renno, J.-F., Garcia-Davila, Vigouroux, Y., Mejia, E., Angulo, C., ... Duponchelle, F. (2021). Species-level ichthyoplankton dynamics for 97 fishes in two major river basins of the Amazon using quantitative metabarcoding. *Molecular Ecology*, mec.15944. doi: 10.1111/mec.15944

Mariac C., Y. Vigouroux, F. Duponchelle, C. Garcia-Davila, E. Desmarais, J. Nunez, J.F. Renno (2018). Metabarcodificación por captura utilizando una sonda COI única (MCSP) para identificar y cuantificar especies de peces en enjambres de ictioplancton. *PlosOne*, 13 (9): 1-15

Miranda-Chumacero, G., Mariac, C., Duponchelle, F., Painter, L., Wallace, R., Cochonneau, G., ... Renno, J.-F. (2020). Threatened fish spawning area revealed by specific metabarcoding identification of eggs and larvae in the Beni River, upper Amazon. *Global Ecology and Conservation*, 24, e01309. doi: 10.1016/j.gecco.2020.e01309

Sigsgaard EE, Nielsen IB, Bach SS, Lorenzen ED, Robinson DP, Knudsen SW, et al. Population characteristics of a large whale shark aggregation inferred from seawater environmental DNA. *Nature Ecology & Evolution*. 2016;1: 0004. doi:10.1038/s41559-016-0004

Valentini, A., Taberlet, P., Miaud, C., Civade, R., Herder, J., Thomsen, P.F., Bellemain, E., Besnard, A., Coissac, E., Boyer, F., Gaboriaud, C., Jean, P., Poulet, N., Roset, N., Copp, G.H., Geniez, P., Pont, D., Argillier, C., Baudoin, J.-M., Peroux, T., Crivelli, A.J., Olivier, A., Acqueberge, M., Le Brun, M., Møller, P.R., Willerslev, E. y Dejean, T. (2016), Next-generation monitoring of aquatic biodiversity using environmental DNA metabarcoding. *Mol Ecol*, 25: 929-942. <https://doi.org/10.1111/mec.13428>

ANEXO II - Composición del Comité Directivo

Codirectores

- Por el IIAP: Carmen Rosa García Dávila
- Por el IRD: Nicolas Hubert (UMR ISEM)

Por las Partes

- Por el IIAP: Dennis Del Castillo, Kember Mejia, Manuel Martin Brañas
- Por el IRD: Fabrice Duponchelle (UMR MARBEC), Thomas Couvreur (UMR DIADE), Jean-François Renno (UMR DIADE)

Para las estructuras o unidades de investigación asociadas o externas

- Jhan-Carlo Espinoza (IRD, UMR252 IGE)
- Mariana Montoya (Directora de WCS Perú)

Huésped(es) permanente(s)

- El Representante del IRD en Perú