

MACHIGUENGA

Una Reserva para todos // *A Reserve for Everyone*



REPSOL

Fernando Takano & William Nauray

Revisión de textos / *Text Review*

Fernando Takano, Gilda Bianco & Margarita Campos

Traducción al inglés / *Translation to English*

Aníbal Kategari

Traducción al Machiguenga

Translation to Machiguenga

Galia Gorriti & Leonel Ortiz

Fotografía / *Photography*

Alberto Suárez

Comunicación y producción

Communication and Production

Dessiré Valdez

Diseño y diagramación / *Art and Layout*

Vale Comunicación Integral e Impresos EIRL

Impresión / *Printing*

Foto de la portada: Vista Panorámica de la Reserva
Comunal Machiguenga

*Cover photo: Panoramic view of the Machiguenga
Communal Reserve*

Primera edición, diciembre 2016

First edition, december 2016

© Repsol

Repsol Exploraciones Perú, Sucursal Perú

MACHIGUENGA

Una reserva para todos / *A Reserve for Everyone*

Primera edición, Diciembre del 2016 / *First Edition, December 2016*

Tiraje / *Printing*: 1000 ejemplares / *1000 copies*

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2016-16748

Legal Deposit made in the Peruvian National Library N° 2016-16748

Impreso en Lima, Perú

Printed in Lima, Perú

Todos los derechos reservados - Repsol. Queda prohibida la reproducción parcial o total de la presente publicación, sea esta o por medios físicos, electrónicos u ópticos; así como su transformación y distribución, sin previa autorización expresa y escrita de los titulares: Repsol Exploración Perú, Sucursal del Perú.

All rights reserved - Repsol. Reproduction in whole or in part of this publication is strictly prohibited, be they by physical, electronic or optical means; as well as the conversion and distribution, without express written authorization by the holders: Repsol Exploration Peru, Peru Branch.

MACHIGUENGA

Una Reserva para todos // *A Reserve for Everyone*





Agradecimientos

El resultado óptimo del presente ejemplar ha sido posible gracias a la colaboración y participación de diferentes instituciones y personas en favor de alcanzar las metas propuestas.

Agradecemos a Walsh Perú, subsidiaria de Ecology & Environment, Inc., por el respaldo y suministro de personal técnico científico además de brindar el soporte logístico y de seguridad en las evaluaciones dentro de la Reserva.

En las comunidades del Bajo Urubamba, agradecemos a los expertos locales de las comunidades nativas de Kitepampani, Porotobango, Miaría, Puerto Rico, Sensa y Nuevo Mundo, quienes apoyaron en la ejecución de los trabajos de campo, además de brindar información sobre los recursos y servicios que provienen de los bosques y ríos de la reserva.

Por otra parte, reconocemos la sobresaliente participación de César Aliaga, Jefe de la Reserva Comunal Machiguenga, por su compromiso, gestión y colaboración en la consecución del

estudio, así como la de Héctor Kaibi, Ejecutor del Contrato de Administración de la Reserva Comunal Machiguenga, por sus aportes como actor clave en la gestión de la Reserva.

Asimismo, agradecemos a Carlos Ahumada, Claudia Chung, Alfonso Díaz, Alan García, Ana Watson y Ruth Zorrilla, especialistas ambientales de Repsol, por su valiosa contribución en el desarrollo de la presente obra.

Finalmente, queremos expresar nuestra mayor gratitud al Ministerio del Ambiente del Perú a través de la Iniciativa Peruana Biodiversidad y Empresas, por el asesoramiento y visión conjunta en la gestión sostenible de la diversidad biológica en el país.



Acknowledgments

The optimum result of the present book was possible thanks to the collaboration and participation of different institutions and individuals in favor of achieving the proposed goals.

We are very grateful to Walsh Peru, a subsidiary of Ecology & Environment, Inc., for the support and supply of scientific technical personnel as well as providing logistical and security support during the assessments within the reserve.

With regards to the communities of Bajo Urubamba, we thank local experts from the native communities of Kitepampani, Porotobango, Miaría, Puerto Rico, Sensa and Nuevo Mundo, who supported the execution of the fieldwork and provided information on resources and services from the forests and rivers of the reserve.

On the other hand, we acknowledge the outstanding participation of César Aliaga, Chief of the Machiguenga Communal Reserve, for his commitment, management and collaboration in the achievement

of the study, as well as that of Héctor Kaibi, executor of the Contract of Administration of the Communal Reserve Machiguenga, for his contributions as a key actor in the management of the reserve.

Furthermore, we thank Carlos Ahumada, Claudia Chung, Alfonso Díaz, Alan García, Ana Watson and Ruth Zorrilla, Environmental Specialists from Repsol, for their valuable contribution to the development of the current work.

Finally, we would like to express our deepest gratitude to the Peruvian Ministry of the Environment [Ministerio del Ambiente] through the Peruvian Biodiversity and Business Initiative for the advice and joint vision in the sustainable management of biological diversity in the country.



Presentación

- Ministerio del Ambiente (MINAM) -

Cuando la labor de las instituciones se traduce en el bienestar de las personas, sin importar el rol y los intereses que representen, entonces tenemos la oportunidad y el reto de hacer que estos esfuerzos se multipliquen. Las empresas, en esta misión, tienen mucho por hacer, más aun frente a un país como el Perú, en el que las necesidades son abundantes y cuyas riquezas presentan una enorme diversidad a lo largo y ancho de su territorio, y sin embargo son una fuente invaluable que se encuentra continuamente en riesgo.

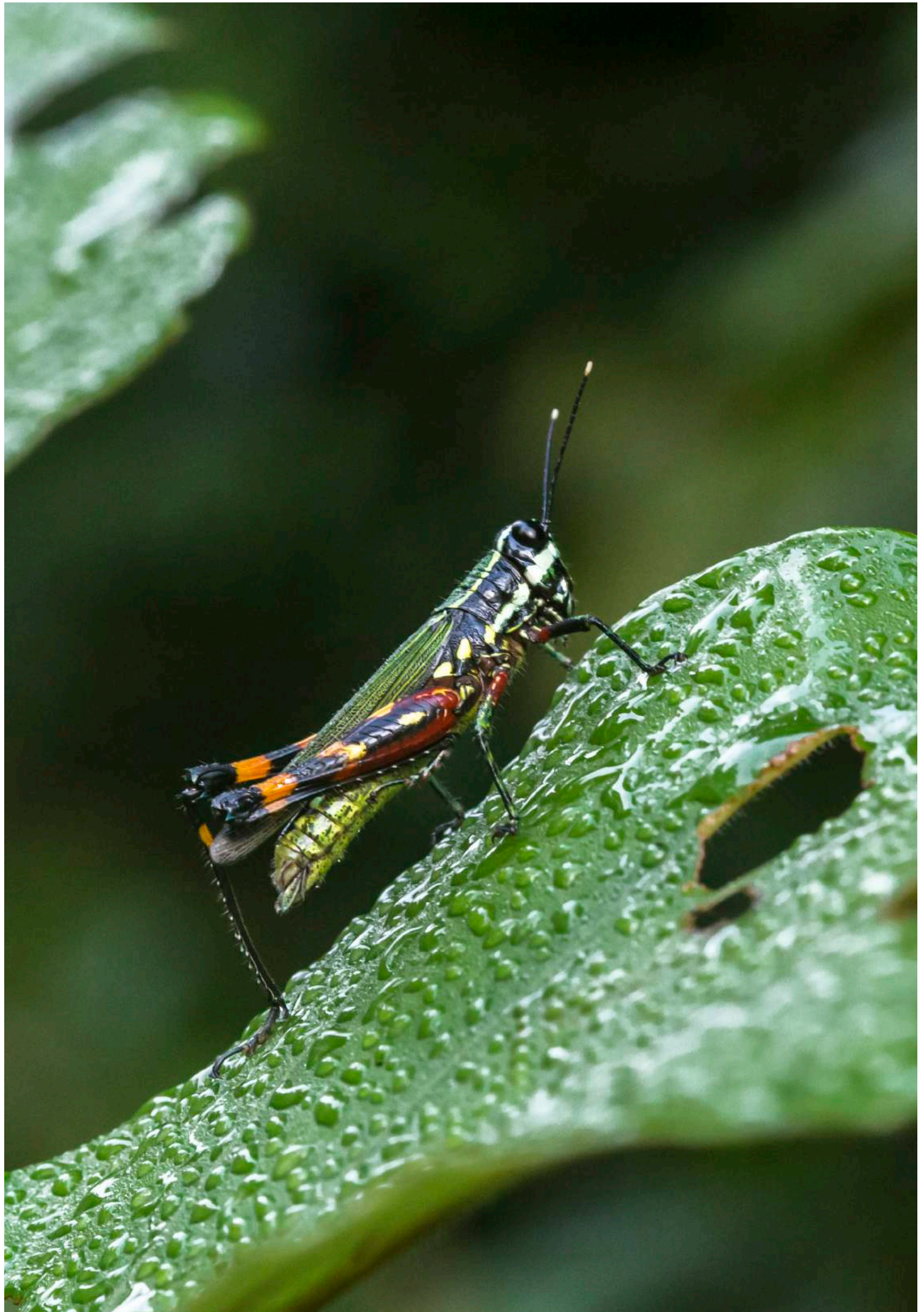
“Machiguenga, Una reserva para todos”, es una obra que refleja este compromiso y es también un ejemplo del liderazgo que deben asumir las empresas, como actores clave para la puesta en valor de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, a favor de las personas y con impulso para el desarrollo local. Por supuesto, esta obra constituye un aporte a la comunidad científica y a su vez permite poner en práctica el uso de la información para la toma de decisiones, en este caso particular, para la planificación sostenible de la Reserva Comunal Machiguenga.

Repsol, con más de 20 años de intervención en la zona, se ha propuesto no solo cumplir con los compromisos ambientales, sino también generar una práctica de constante contribución con la conservación en nuestro país. El resultado es alentador, un estudio biológico detallado que ha convertido información primaria en una obra de lectura ágil sin dejar de concentrar un alto valor científico desde los elementos naturales y hacia la interrelación con la sociedad. Se trata entonces, de un libro apto para todo público, con la valiosa experiencia e información que trasciende los límites de la naturaleza.

El Ministerio del Ambiente tiene el placer de presentar este ejemplar, que con toda razón coincide con los objetivos que perseguimos con miras a un país moderno que aproveche sosteniblemente los recursos naturales y se preocupe en conservar el ambiente conciliando el desarrollo económico con la sostenibilidad ambiental en beneficio de sus ciudadanos. La empresa Repsol, es hoy el motor de esta iniciativa, y es consciente de que su inversión debe también ayudar a construir un país con mayores oportunidades.

Elsa Galarza Contreras
Ministra del Ambiente





Foreword

- Ministerio del Ambiente [MINAM] -

When the work of institutions translates into the welfare of people, regardless of the role and interests they represent, then we have an opportunity and a challenge to make these efforts multiply.

Companies, with such a mission, have much to do, even more with a country like Peru, where the needs are abundant and whose riches are enormously diverse throughout its territory, which constitute an invaluable source that are in continuous risk.

“Machiguengas, a reserve for everyone”, is a work that reflects this commitment and is also an example of the leadership that companies must assume, as key actors to revitalize the biodiversity and ecosystem services, in favor of people and with impetus for local development. Of course, this work is a contribution to the scientific community and also allows the implementation of information for making decisions, in this particular case, for the sustainable planning of the Machiguenga Communal Reserve.

Repsol, with more than 20 years of intervention in the area, has not only proposed to comply with environmental commitments, but rather to generate a constant practice in contribution to conservation in our country. The result is encouraging: a detailed biological study that turned primary information into a work of agile reading while concentrating information of high scientific value from the natural elements and towards the interrelationship with society. Thus, it is a reading suitable for all audiences, with valuable experience and information that transcends the limits of nature.

The Ministry of the Environment is pleased to present this work, which fits with the objectives we are pursuing, with a view to a modern country that uses natural resources sustainably and that is concerned with preserving the environment by reconciling economic development with environmental sustainability in benefit of its citizens. The Repsol Company is the engine of this initiative and it is aware that their investment should help building a country with greater opportunities.

Elsa Galarza Contreras

Minister of Environment





Presentación

- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP) -

La gestión de las áreas naturales protegidas debe sustentarse en información que avale la toma de decisiones, por ello contar con un reporte de monitoreo biológico que nos brinde información sobre la vasta biodiversidad que conservamos en la Reserva Comunal Machiguenga, es todo un privilegio.

Otro privilegio es también haber logrado este gran trabajo gracias a una alianza estratégica entre Repsol y el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), en la cual no solo se demuestra la responsabilidad social de la empresa, sino su voluntad por realizar su proyecto y dejar un legado para la conservación del área protegida.

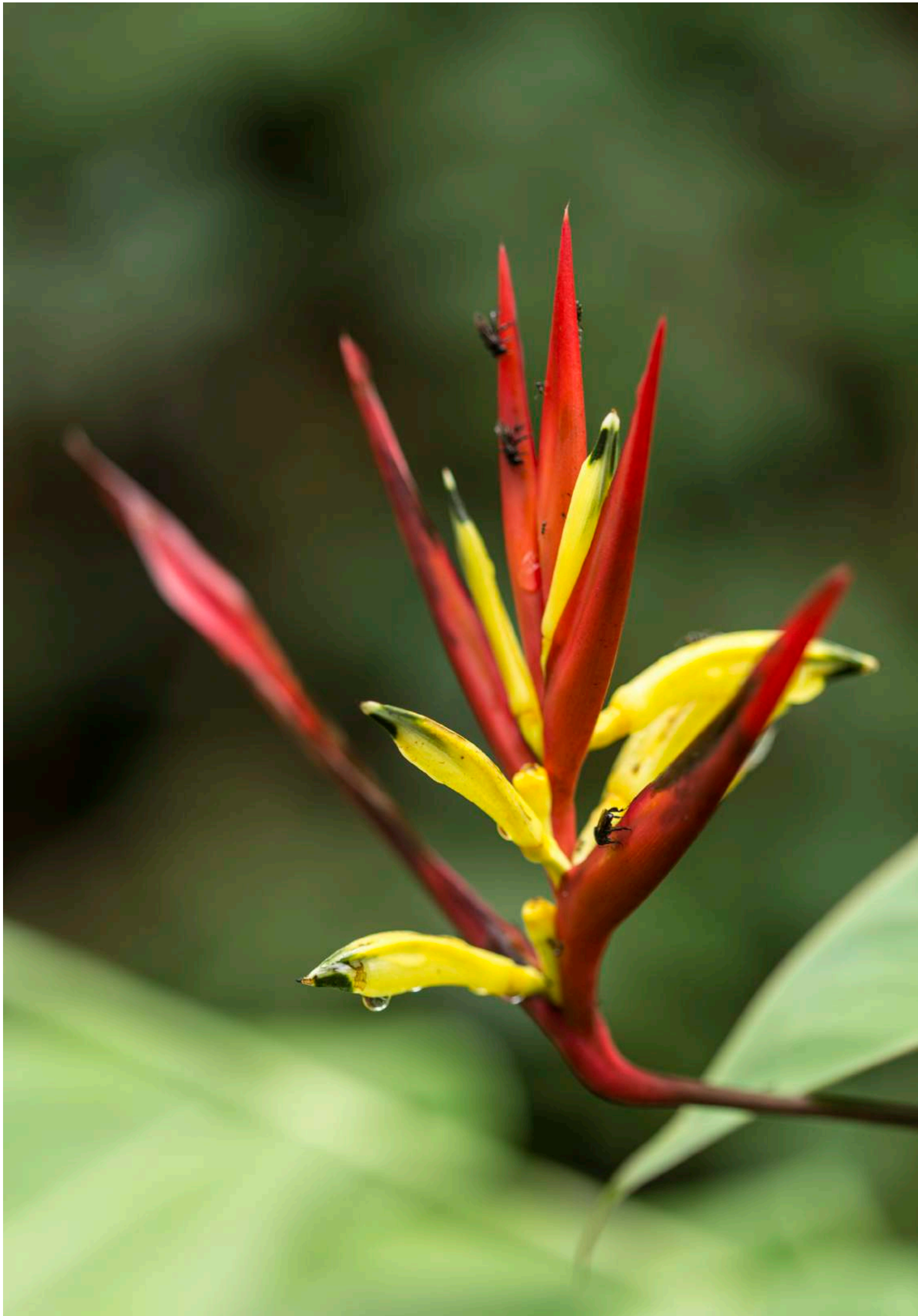
La Reserva Comunal Machiguenga es un área especial, no solo por su importancia medioambiental, sino porque pertenece a una categoría de área protegida cuyo objetivo es la

conservación de la biodiversidad en beneficio de las poblaciones locales que realizan un uso tradicional de los recursos; por lo que la contribución de Repsol beneficia tanto a nuestro patrimonio natural como a las presentes y futuras generaciones.

Quisiera concluir señalando que una de las fortalezas que ha desarrollado el SERNANP durante estos años, es el haber apostado por la gestión integrada de la conservación, donde el trinomio “Estado – sociedad civil – empresa privada” asegura que el círculo virtuoso de la conservación se complete responsablemente para todas las partes. El trabajo con Repsol en la Reserva Comunal Machiguenga es un gran ejemplo de ello.

Pedro Gamboa Moquillaza
Jefe del SERNANP





Foreword

- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP) -

Management of protected areas must be based on information that guarantees the making of decisions. Therefore, it is a privilege to have a biological monitoring report which provides us with information about the vast biodiversity preserved in the Machiguenga Communal Reserve.

Another privilege is having accomplished this great work thanks to the strategic alliance between Repsol and the National Service of Protected Natural Areas by the State (SERNANP), which not only demonstrate the Company's social responsibility, but also shows its will to perform the project, leaving a legacy for the conservation of this protected area.

The Machiguenga Communal Reserve is a special area, not only because of its environmental

importance, but also because it belongs to a category of protected areas which main goal is the conservation of biodiversity for the benefit of local people who use natural resources in a traditional way. Thus, the contribution of Repsol benefits both our natural heritage and the present and future generations.

I would like to finish this prologue by noting that one of the strengths developed by SERNANP over the years is having bet for the Conservation Integrated Management, in which the trinomial "State – Civil Society - Private Companies" ensures that the virtuous circle of conservation is completed responsibly by all parties. The work done with Repsol in the Machiguenga Communal Reserve constitutes a great example of this.

Pedro Gamboa Moquillaza
Head of SERNANP





Prólogo

- REPSOL -

Repsol viene realizando actividades exploratorias y de desarrollo de forma sostenida en el Perú desde hace dos décadas. El inicio de la producción del Campo Kinteroni, descubierto en el año 2008, junto con el descubrimiento del Campo Sagari en el 2012, ubicados en el Lote 57, en la selva de Cusco, son el resultado del esfuerzo y del compromiso de Repsol con el país.

Esta búsqueda de recursos de hidrocarburos se ha realizado en un área remota y sensible como es la Amazonía, donde es necesario tener una especial consideración para preservar su rica diversidad de flora y fauna en armonía con las costumbres de las comunidades locales.

El complejo desafío que supone realizar actividades en zonas de gran valor biológico, ha contribuido a la búsqueda constante de soluciones técnicas para evitar y minimizar impactos sobre la biodiversidad y sobre las comunidades nativas que dependen de ella, en concordancia con los sólidos principios y valores que guían nuestra gestión y que se recogen en nuestras políticas corporativas. Con este enfoque se ha llevado a cabo el Estudio de Biodiversidad y de Servicios Ecosistémicos en la Reserva Comunal Machiguenga.

Esta publicación tiene como finalidad dar a conocer la riqueza biológica y cultural de la Reserva Comunal Machiguenga, que actualmente se encuentra en proceso de investigación.

El estudio tiene un especial tratamiento de la información recogida y vincula los resultados de la diversidad biológica y del estado de conservación de las especies con los servicios que brinda el bosque a las comunidades locales. Por ende, esta obra proporciona una visión integral de la Reserva como una fuente de bienestar para las personas, de manera sostenida, en beneficio de las futuras generaciones del Bajo Urubamba.

Para la realización del estudio se contó con la cooperación del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado Peruano (SERNANP), expertos de las comunidades machiguengas, investigadores locales y especialistas ambientales de Repsol.

La información que se presenta en este libro es integral, ya que posee valor científico y constituye tanto una herramienta de gestión, como de difusión y de sensibilización, que puede contribuir con la sociedad en su conjunto para el aprovechamiento sostenible de los recursos de la Reserva Comunal Machiguenga

Alejandro Ponce Bueno

Director Ejecutivo

Unidad de Negocio Perú, Exploración & Producción

Repsol Perú





Prologue

- REPSOL -

Repsol has been carrying out exploratory and development activities continuously in Peru since two decades ago. The beginning of production of the Kinteroni Field, discovered in 2008, together with the discovery of Sagari Field in 2012, located in Lot 57, in the jungle of Cusco, are the result of Repsol's effort and commitment to the country.

This search for hydrocarbon resources has been carried out in a remote and sensitive area such as the Amazon region, where it is necessary to have a special consideration for preserving its great diversity of flora and fauna in harmony with the customs of local communities.

The complex challenge that implies conducting activities in areas of great biological value has contributed to the constant search for technical solutions to avoid and minimize impacts on biodiversity and the native communities that depend on it. In accordance with the solid principles and values that guide our management and are reflected in our corporate policies. In this sense, the study of Biodiversity and Ecosystem Services in the Machiguenga Communal Reserve has been made.

This publication aims to publicize the biological and cultural richness of the Machiguenga Communal Reserve, which is currently under investigation.

The study has a special treatment of the collected information that links the results of the biological diversity and the state of conservation of the species with the services that the forest provides to the local communities. This publication provides a comprehensive view of the Reserve as a source of welfare for people, in a sustained way, for the benefit of future generations of the Lower Urubamba.

To carry out the study, the National Service of Natural Areas Protected by the Peruvian State (SERNANP), experts from the Machiguengas communities, local researchers and environmental specialists from Repsol were counted on.

The information presented in this book is comprehensive, has scientific value and constitutes both a management tool and dissemination and awareness, which can contribute to society as a whole for the sustainable use of the resources of the Machiguenga Communal Reserve.

Alejandro Ponce Bueno

Executive Director

Peru Business Unit, Exploration & Production

Repsol Peru









YOGAIGAKERIRA INKENISHI IRASHIEGI MAGANIROEGI MATSIGENKAEGI

“Yogaigakerira inkenishi irashiegi maganiroegi matsigenkaegi”

IKOGASANOTAKERORA VISANKITSIRIRA OKAMETITAKERA

César Aliaga, William Nauray, Margot Panta-Corzo, Fernando Takano, Nadia Sánchez & Oscar Cuya

Ogari sankevanti tsirinkakotankicharira onakera oga yogaigakerira inkenishi irashiegi maganiroegi matsigenkaegi [RCM], ontitari ikemavakagaigara maganiroegi itentakarira kovengari intiri timaigatsirira pairani, intiri tsirinkakovagetatsirira ontiri pimantiririra koriki kameti irogikoneatakerora tatoita timagetankitsi anta inkenishiku yashintaigakarira maganiroegi oga ikamagutakoigakerira [ANP]. Ogari ineakerira iketyorira shiriagarini kañorira 2014 ontiri 2015 ario otsirinkakotaka oga tyara okantaka timagetankitsirira onkoneatakera ontiri oshivokantagetakarira timankitsirira anta inkenishiku, okari oka inkenishi tera onkamosotasantenkani aikiro intsirinkotakerora yoga govageigatsirira ontitari onake omarane kipatsi itimantagetakarira magatiro inkenishipage.

Ogari irantakerira ontitari ineavakerora kameti ineakotasantakemparoniri impogini ariotari intentagantakeparorora magatiro ineakerira, tatoita timagetankitsi inegintetanakerora ganiri opegagetanaka magatiro timagetankitsirira ineagakerira yoga timaigatsirira pairani intentaganakerira yoga kamagutirorira onakera oga isentaigakerira inkenishi.

Ogari otsirinkotakara ashintakarira irorori onavagetake 19 995,15 ogipatsite (10 % onakera ashi ANP ario inaigake kara yoga goigankitsirira timaigatsirira pairani, kañorira; matsigenka, yine-yami, caquinte intiri ashaninka. Ogari itsirinkakotakerira magatiro ario ovetsikunkani onakera kipatsi 57 ario kara ovetsikunkani sankevanti kameti ontimagetanakera kametiripage iriotari vetsikakero yoga REPSOL Exploraciones Perú. Ogari tavayerontsi Oketyo Ikemavakagaigaka Kameti inkogaigakera impegaigakempara yoga neginteigavakerinerira ashi anta irantaigakerira yoga inoshiagaigakerira ienka. Ogari yatsipereventaigakerira ario okoneatanake tovaiti

ineagakerira timagetatsirira koneatankitsirira, ontiri tyaraokantaoshivokantarira omanakara otimaganira, yapatotakerora visankitsirira okonetakotakera onti visankitsi otovaigakera itimantakarora tovaini posantepage ario okañovetakero yovetsikaigakerira pairani ariorika oga shiriagarini 90 ariotari otsititanakara yovetsikaiganerora irashi inoshiavageiganakera ienga timatsirira savipatsaku. Kantankicha ogari sankevanti itsirinkakoigakerira ario okañovetakero yovetsikaigakerira pairani itsirinkakoigakerora inchatoshipage, intiri kamarigetatsirira aikiro oakunirira itentagantaiganakarira yoga matsigenkaegi timaigankitsirira ochoenitakarira oga ikamagugirira inkenishi iriotari neaigavakerone kameti inkantaigakera kametitake okantakerira oga ANP.

Nonkantaigakempi yogari goigankitsirira timaigatsirira pairani ineginteigiro oga inkenishi ikañotagaigakero inantarira koriki ashi kamani ariotari iatapinigiri ikenavageigira, ishimavageigira, yapatogigira okitsokipage ontiri inoshikaigira inchakota ashi ivanko garika ineginteigiro impogini ariorika ontsokatankempa onkatanakero kara kamatitya urubambaku.

Okari oka itsirinkakoigakerira paio avisake okametitakera kameti ineavakero yoga itinkami yoga kamagutirorira RCA, ontiri oga sankevanti itsirinkakoigakerira kameti inkamagutakoigavakerora irovetsikaigakera omarapayeni tavagerontsi kameti ineakoiganakemparora yoga timaigatsirira pairani. Ogari itsirinkakoigakerira timagetankitsirira inkenishiku irotari impampiaiganake kameti ineakoigakemparora yoga timaigatsirira pairani ontiri intimakovageiganakera maganiroegi timantaigarorira aka amazoniaku otimaganira.

RESERVA COMUNAL MACHIGUENGA

“Una Reserva para todos”

RESUMEN EJECUTIVO

César Aliaga, William Nauray, Margot Panta-Corzo, Fernando Takano, Nadia Sánchez & Oscar Cuya

El estudio en la Reserva Comunal Machiguenga (RCM) es la integración de esfuerzos del Estado, de las comunidades nativas, de los investigadores y de la Compañía para la obtención de información relevante en la gestión de esta Área Natural Protegida (ANP).

Las evaluaciones realizadas en el 2014 y 2015 detallan las características físicas y biológicas de la Reserva, uno de los lugares del país menos explorados científicamente y a la vez cuenta con la presencia de grandes extensiones de bosques tropicales con poca o ninguna actividad antrópica. El trabajo cuenta con un enfoque sostenible porque articula de manera estratégica la información física, de biodiversidad, de conservación y de sensibilidad de hábitats con la identificación de los servicios ecosistémicos priorizados por las comunidades nativas y los actores clave o stakeholders que hacen uso o participan en la gestión de la Reserva.

El área de estudio específico es de 19 995.15 ha [10 % del superficie de la ANP], donde se obtuvo la participación de los expertos locales de cinco comunidades nativas, de las etnias Machiguenga, Yine-Yami, Caquinte y Ashaninka. El estudio además se realizó en el ámbito del Lote 57, superficie donde se desarrollan proyectos realizados por Repsol Exploración Perú, Sucursal del Perú [en adelante Repsol]. El trabajo coordinado y con acuerdos de cooperación a diferentes niveles, busca convertirse en un hito de buenas prácticas en el sector de hidrocarburos.

El esfuerzo generó diferentes hallazgos en el medio físico, biológico y en los aspectos sociales,

contando entre los principales resultados, el que la biodiversidad y las especies en categorías de conservación registradas son comparables con otros estudios realizados en el bajo Urubamba a partir de finales de la década de 1990, producto del desarrollo de proyectos energéticos en el Sur del Perú; sin embargo, en este estudio se vinculan los elementos físicos y de calidad del ambiente con las evaluaciones de flora, fauna y organismos acuáticos, añadiendo el punto de interés de los servicios que provee el bosque a las comunidades nativas circundantes a la Reserva y la búsqueda de servicios que actúen como indicadores diagnósticos para quienes tomen decisiones acerca del manejo de esta ANP.

Cabe indicar que los expertos locales perciben a la reserva como su “banco para el mañana” de animales de caza, pesca, de semillas de maderas valiosas, materiales de construcción de sus viviendas y de otros recursos que en otros lugares del Bajo Urubamba podrían empezar a escasear. Esta información es vital para ser considerada por la Jefatura y el Ejecutor del Contrato de Administración de la RCM, además de la compañía; lo cual permitirá brindar información para los planes y estrategias de gestión de la biodiversidad y el mantenimiento del bienestar de las poblaciones locales. La información generada justifica además la creación de la reserva como fuente de capital natural para las comunidades nativas y para el desarrollo equitativo de la sociedad en el sur de la Amazonía peruana.

MACHIGUENGA COMMUNAL RESERVE

“A Reserve for Everyone”

EXECUTIVE SUMMARY

César Aliaga, William Nauray, Margot Panta-Corzo, Fernando Takano, Nadia Sánchez & Oscar Cuya

The Machiguenga Communal Reserve (RCM) study is the integration of efforts of the State, native communities, researchers and the Company to obtain relevant information on the management of this Protected Natural Area (ANP).

The assessments conducted in 2014 and 2015 detail the physical and biological characteristics of the Reserve, which is one of the least scientifically explored parts of the country, but at the same time, has large tracts of tropical forests with little or no human activity. Moreover, this work has a sustainable approach since it integrates, in a strategically way, information on physical aspects, biodiversity, conservation and habitat sensitivity, with the identification of ecosystem services prioritized by native communities and stakeholders that use or participate in the Reserve management.

The specific study area covers 19,995.15 ha (10 % of the surface of the ANP), plus we counted with the participation of local experts from five native communities from the Machiguenga, Yine-Yami, Caquinte and Ashaninka ethnic groups. Besides, the study also conducted within the Lot 57, where there are some projects developed by Repsol Exploration Peru (from now on, Repsol). Coordinated work with cooperative arrangements at different levels, intends to become a milestone of good practices in the hydrocarbon sector.

This effort resulted in different findings on physical, biological and social aspects, including among the main results, that recorded biodiversity and species with a conservation status are comparable with those of other studies developed in the Lower Urubamba from late middle 90's, product of the development of energetic projects in southern Peru. However, in this study, physical issues and environmental quality are linked to flora, fauna and aquatic organisms' assessments, plus other interesting matters such as the services provided by the forest to the native communities surrounding the Reserve, as well as the search for services that act as diagnostic indicators for those who make decisions on the management of this ANP.

It is noted that local experts perceive the Reserve as their "bank for tomorrow" for hunting, fishing, valuable timber seeds, building materials for their homes and other resources that elsewhere in the Lower Urubamba could start to dwindle. This information is vital to be considered by the Chief and the Executor of the RCM Administration Agreement, in addition to the Company; which will provide information for plans and strategies of biodiversity management and welfare maintenance of local populations. The information generated further justifies the creation of the reserve as a source of natural capital for native communities and equitable development of society in the South of the Peruvian Amazon.





LOS PROTAGONISTAS Y EL ÁREA DE ESTUDIO

Protagonists and Study Area

Los protagonistas y el área de estudio

Protagonists and Study Area

// William Nauray, Vanesa Ríos, Fernando Takano, Margot Panta-Corzo,
Nadia Sanchez & Oscar Cuya //

Introducción

Desde hace más de 20 años, Repsol realiza actividades exploratorias sostenidas en el Perú, que le han permitido descubrir y explotar hidrocarburos en las principales cuencas amazónicas. Estas actividades son el resultado del compromiso de Repsol Exploración Perú [en adelante Repsol] con el país, de la fortaleza de sus políticas corporativas y del esfuerzo exploratorio en un área remota y sensible. Todo ello representa un desafío y una oportunidad para la Compañía en cuanto a integración de sus proyectos con la gestión sostenible de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Es por ello, que en ese marco, Repsol motiva y apoya el desarrollo de estudios de diversidad biológica y de servicios ecosistémicos vinculados a los proyectos y actividades en el Lote 57.

Un ejemplo concreto de lo citado anteriormente es el convenio que Repsol suscribió con el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado [SERNANP] para desarrollar el Estudio de Biodiversidad de la Reserva Comunal Machiguenga [RCM]. Esta reserva se encuentra próxima al área de influencia de las operaciones de Repsol en el Lote 57 [Figura 1]. El mencionado estudio empezó en el 2014 y duró hasta el 2016. Su finalidad fue obtener mayor información acerca de la biodiversidad que alberga la Reserva; así como sobre su sensibilidad de hábitats y servicios ecosistémicos.

El principal desafío planteado por la Compañía fue alcanzar el equilibrio entre el desarrollo de sus actividades y la conservación de la diversidad biológica y los servicios ecosistémicos; aspecto que no solo significa un reto para el negocio sino también una necesidad emergente para el país y una industria que promueva el desarrollo sostenible y la conservación de la biodiversidad.

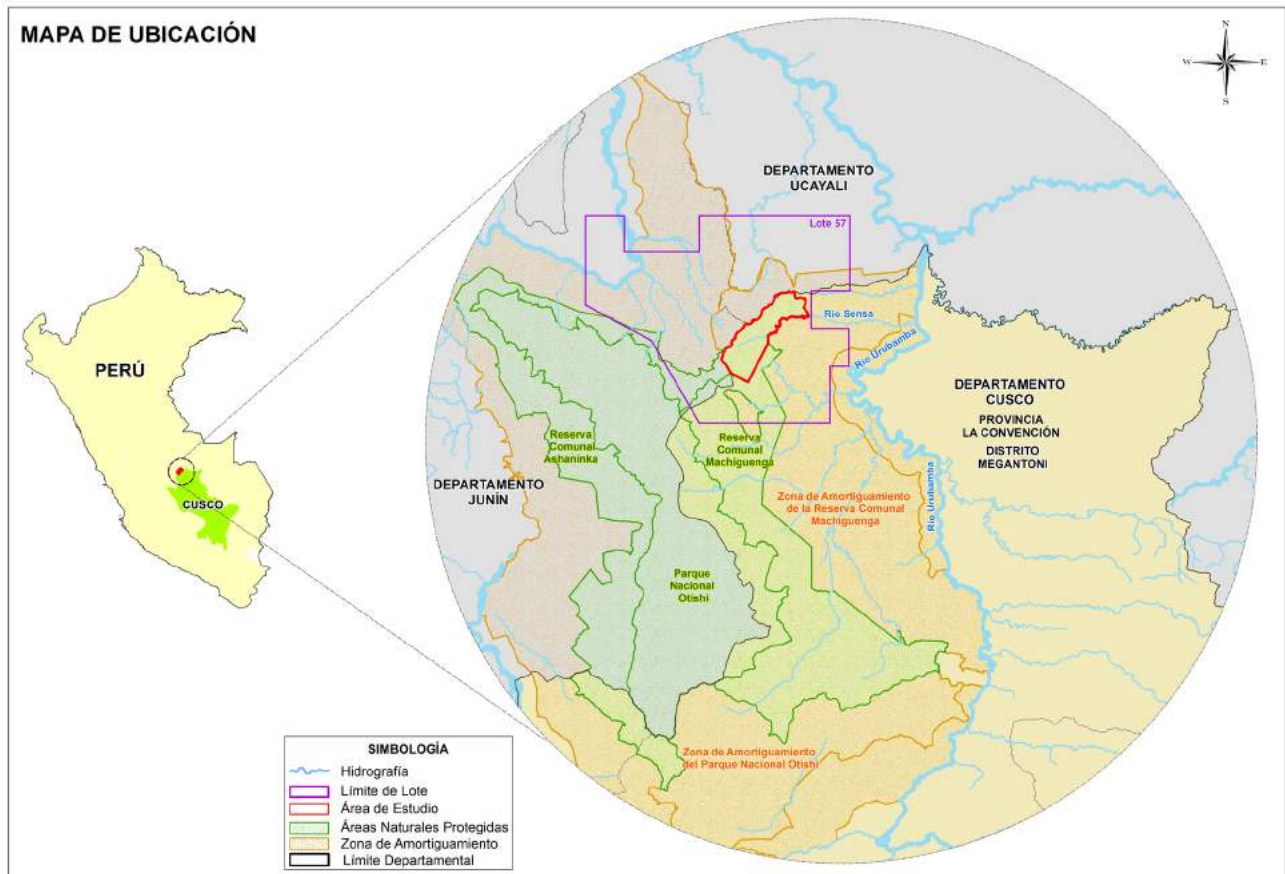
Introduction

For more than 20 years, Repsol Exploración Perú [from now onwards Repsol] has been carrying sustained exploration activities in Peru, which has enabled them to discover and exploit hydrocarbons in the main Amazon basins. These activities are the result of Repsol's commitment to the country, the strength of their corporate policies and the exploratory effort in a remote and sensitive area. This represents both a challenge and an opportunity for the Company in terms of integration of their projects to the sustainable management of biodiversity and ecosystem services. That is why, and in this context, Repsol encourages and supports the development of biodiversity and ecosystem services studies related to projects and activities in Lot 57.

A concrete example of the cited above is the agreement that Repsol signed with the National Service of Protected Natural Areas [SERNANP] to develop the study of the Machiguenga Communal Reserve [RCM]. This reserve is located close to the area of influence of Repsol's operations in Lot 57 [Figure 1]. The aforementioned study began in 2014 and lasted until 2016. Its purpose was to obtain more information about the biodiversity that houses the Reserve; as well as information about the habitat and ecosystem services sensitivity.

The main challenge, posed by the Company, was to achieve a balance between the development of their activities and the conservation of biodiversity and ecosystem services; which is an aspect that not only implies a challenge for this business, but also constitutes an emerging need for the country and an industry that promotes sustainable development and biodiversity conservation.

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio



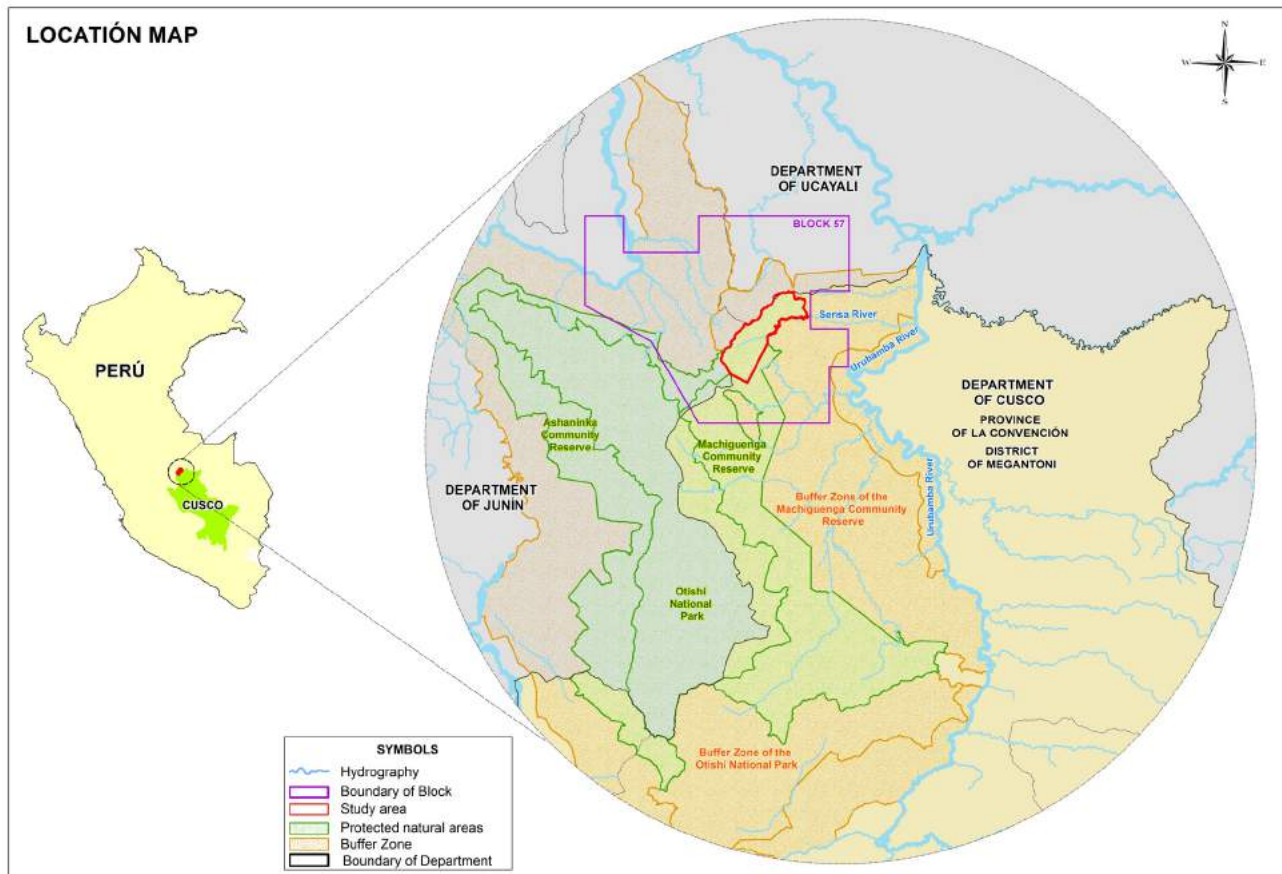
Alineado con tales principios, este estudio cuenta con un enfoque sostenible e innovador porque articula de manera estratégica la gestión de la biodiversidad con aspectos de conservación de especies y la identificación de los servicios ecosistémicos claves para las comunidades nativas. Asimismo, hacemos hincapié en que el conocimiento de los recursos naturales y servicios ecosistémicos debe ir de la mano con las prioridades de las comunidades debido a que tales recursos y servicios tienen influencia directa sobre ellas, sobre su bienestar, desarrollo e inserción en las actividades socioculturales.

Los resultados del presente estudio contribuirán con la actualización del Plan Maestro del ANP y permitirán, tanto el mejoramiento de la gestión, como el desarrollo de estrategias para la conservación de la diversidad en la RCM. Estas acciones involucrarán al Estado, a través de la Jefatura de la Reserva y del ECA-Maeni¹, a las comunidades que circundan la RCM (Machiguenga, yine-yami, Caquinte y Ashaninka) y a la Compañía.

This study is aligned with the mentioned principles and therefore has a sustainable and innovative approach since it articulates strategically managing biodiversity with aspects of species conservation and the identification of key ecosystem services for native communities. Moreover, we emphasize that the knowledge of natural resources and ecosystem services must go hand in hand with the communities priorities because such resources and services have direct influence on them, their welfare, development and integration into the social and cultural activities.

The results of this study will contribute to the updating of the Natural Protected Area (ANP, acronym in Spanish) Master Plan and will allow both the improvement of management and the development of strategies for the conservation of diversity in the RCM. These actions will involve the State, through the Reserve Headquarters and the ECA-Maeni¹, the communities surrounding the RCM (Machiguenga, Yine-Yami, Caquinte and Ashaninka) and the Company.

Figure 1. Location Map of the Study Area



Este enfoque, en el cual se integra el Estado, las comunidades nativas, las instituciones académicas y la Compañía, es importante para lograr un desarrollo sostenible, que considere las necesidades de todas las personas, para el bien común y la gestión sostenible del medioambiente.

El área de estudio

La RCM se ubica en el distrito de Megantoni, provincia de La Convención, departamento de Cusco. Específicamente, el área de estudio [AE] se localiza en la parte norte de la RCM y abarca la cuenca del río Sensa y en menor proporción las cuencas de los ríos Yali [también conocido localmente como Yori] y Miaría, con una extensión de 19 995 15 ha, lo cual representa el 9.13 % de la superficie total del ANP. El relieve del AE, en general, está dominado por colinas, lomadas y en menor proporción por terrazas, con pendientes que varían de moderadas a empinadas. Toda esta AE se encuentra en el ecosistema de Bosque Lluvioso Tropical, que cuenta con la mayor diversidad biológica terrestre en el mundo.

This approach, which integrates the State, native communities, academic institutions and the Company, is important for achieving sustainable development, considering the needs of everybody, for the common good and sustainable management of the environment.

Study Area

The RCM is located in the district of Megantoni, province of La Convención, department of Cusco. Specifically, the study area is located in the northern part of the RCM and covers the Sensa river basin and, to a lesser extent, the basins of the Yali [also locally known as Yori] and Miaría rivers, with an area of 19 995 ha, which represents 9 % of the ANP's total area. In general, the relief is dominated by hills, hillocks and, to a lesser extent, by terraces, with slopes that range from moderate to steep. The whole study area belongs to an ecosystem named "Tropical Rainforest", which has the greatest terrestrial biodiversity in the world.

Además, en el área de estudio se distinguen cuatro tipos o unidades de vegetación: Bosque denso premontano [Bd-pm] que cubre 3662 ha, Bosque denso de pie de monte [Bd-pi] con 5374 ha, Bosque Semidenso [Bsd] con 5501 ha y Bosque ralo con pacal con una extensión de 5384 ha. Esta clasificación de bosques tiene como base la composición florística y fisionomía de la vegetación a partir de la interpretación de imágenes satelitales.

Alcance técnico

El presente estudio incluyó la evaluación de flora, vegetación, fauna silvestre, organismos acuáticos y sensibilidad de los bosques, así como las principales características físicas incluyendo la calidad del agua y de los sedimentos. Basados en estos estudios y gracias a la cooperación de expertos locales de las comunidades nativas y de otros actores clave, se determinaron también los servicios ecosistémicos que brinda la RCM, los cuales pueden ser prioritarios o importantes para las comunidades. En la Figura 3 se muestra un diagrama con el alcance del estudio.

In addition, four types or vegetation units can be distinguished in the study area: the Premontane Dense Forest [Bd-pm], covering 3662 ha; the Foothill Dense Forest [Bd-pi] with 5374 ha; the Semidense Forest [Bsd] with 5501 ha; and the Bamboo-dominated Sparse Forest [Brp] with an area of 5384 ha [Figure 2]. The forests' classification is based on the floristic composition and vegetation physiognomy obtained from the interpretation of satellite images.

Technical Scope

The current study included the assessment of flora, vegetation, wildlife, aquatic organisms and sensitivity of forests, as well as the main physical characteristics including the quality of water and sediments. Based on these studies, and thanks to the cooperation of experts from native communities and stakeholders, we could also determine the ecosystem services provided by the RCM, which might be priority or important services for communities.



Especialistas evaluando aves en el bosque. / Specialists surveying Birds in the forest. ▲

¹ Ejecutor del Contrato de Administración de la Reserva Comunal Machiguenga.

¹ *Executor of the Machiguenga Communal Reserve Administration Agreement.*

Figura 2. Mapa de unidades de vegetación en el área de estudio

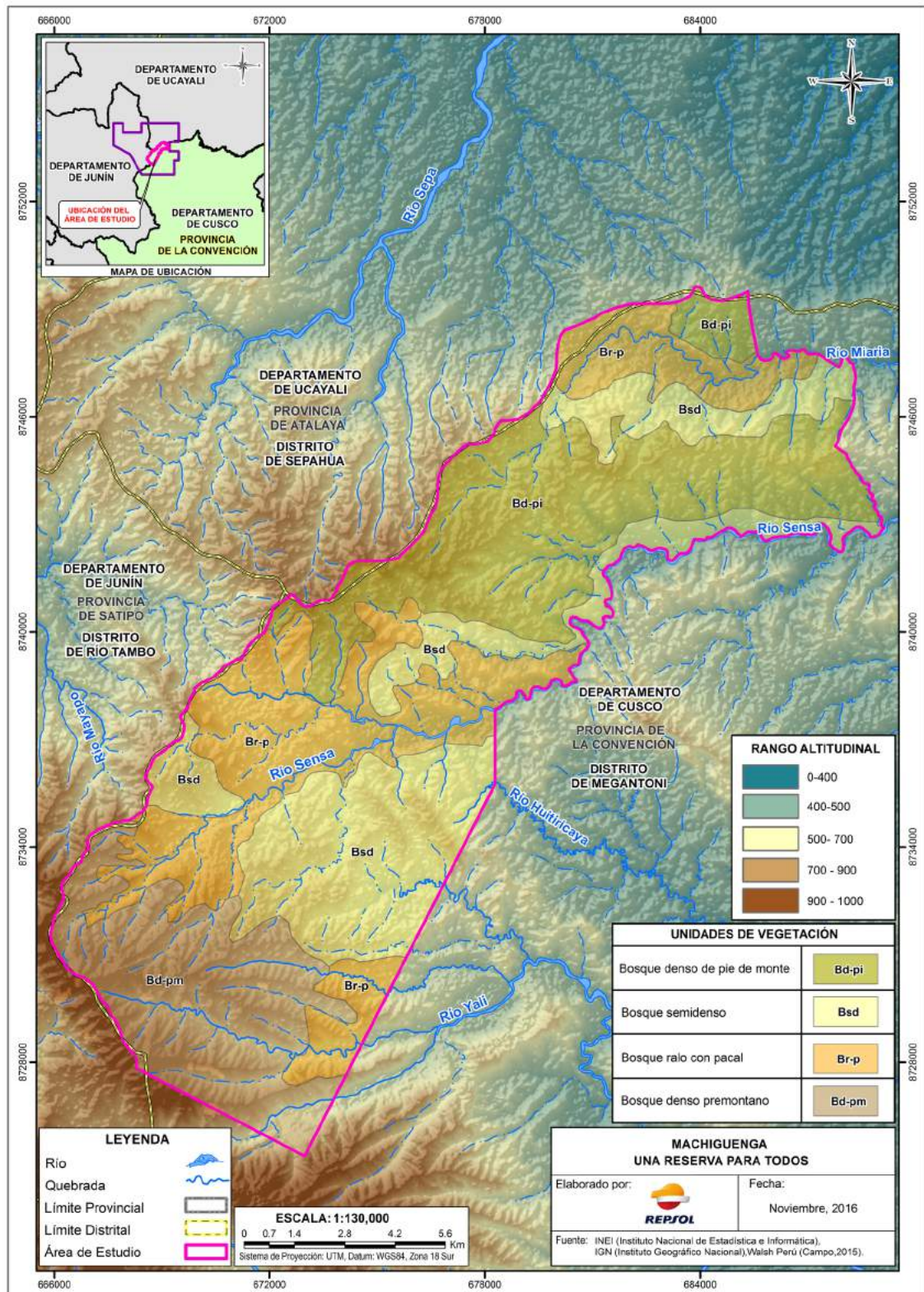
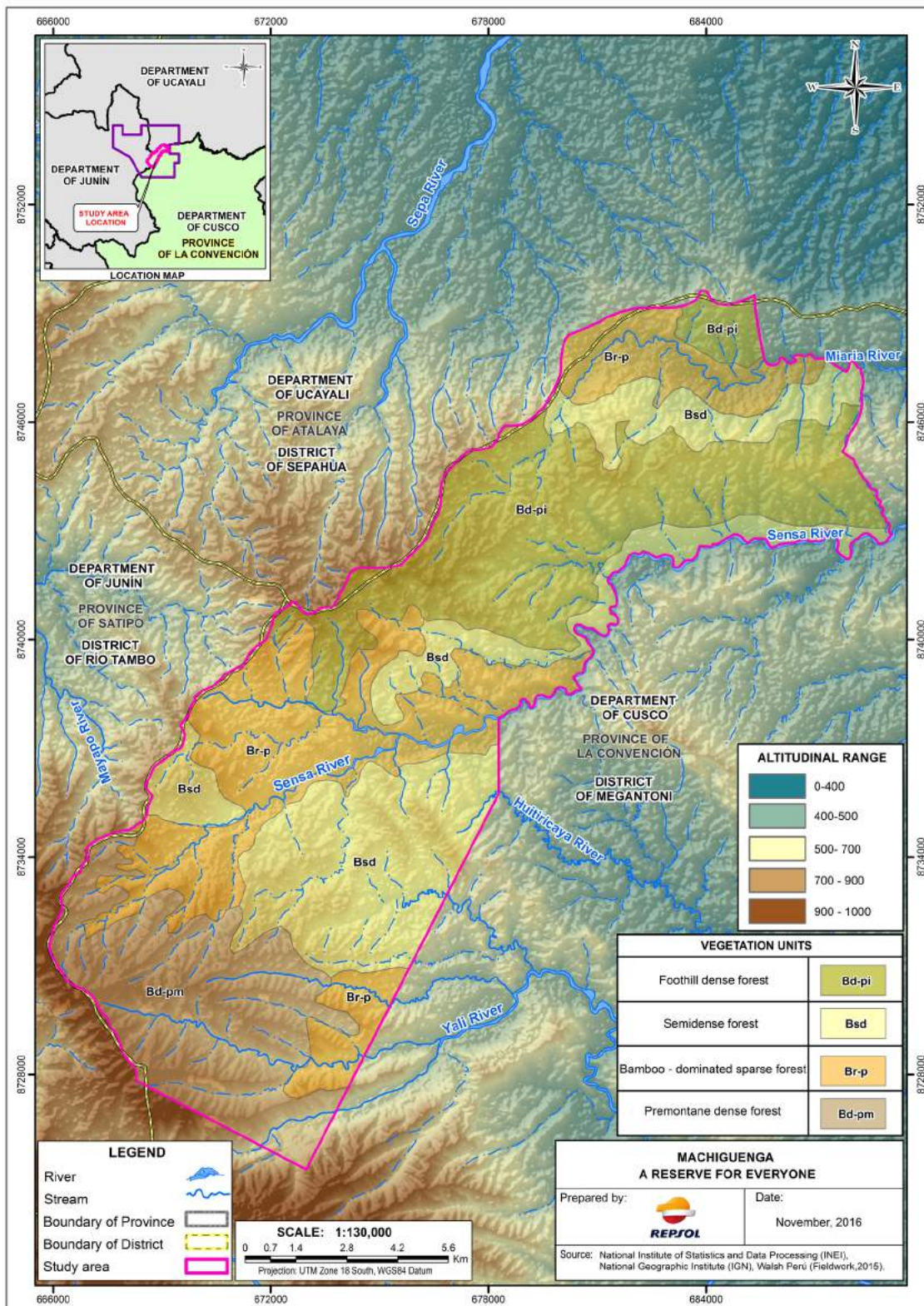


Figure 2. Map of Vegetation Units in the Study Area



Permisos de investigación

La legislación peruana exige que los estudios, como el de la RCM, cuenten con una autorización de investigación. Por ello, se obtuvieron los permisos del SERNANP² y PRODUCE³, con el fin de ingresar a la reserva y efectuar los trabajos de campo.

Planificación y capital humano

La formulación del plan de evaluación de campo y la elaboración del estudio estuvieron a cargo de la empresa Walsh Perú S.A., Ingenieros y Científicos Consultores. El plan fue socializado, en primer

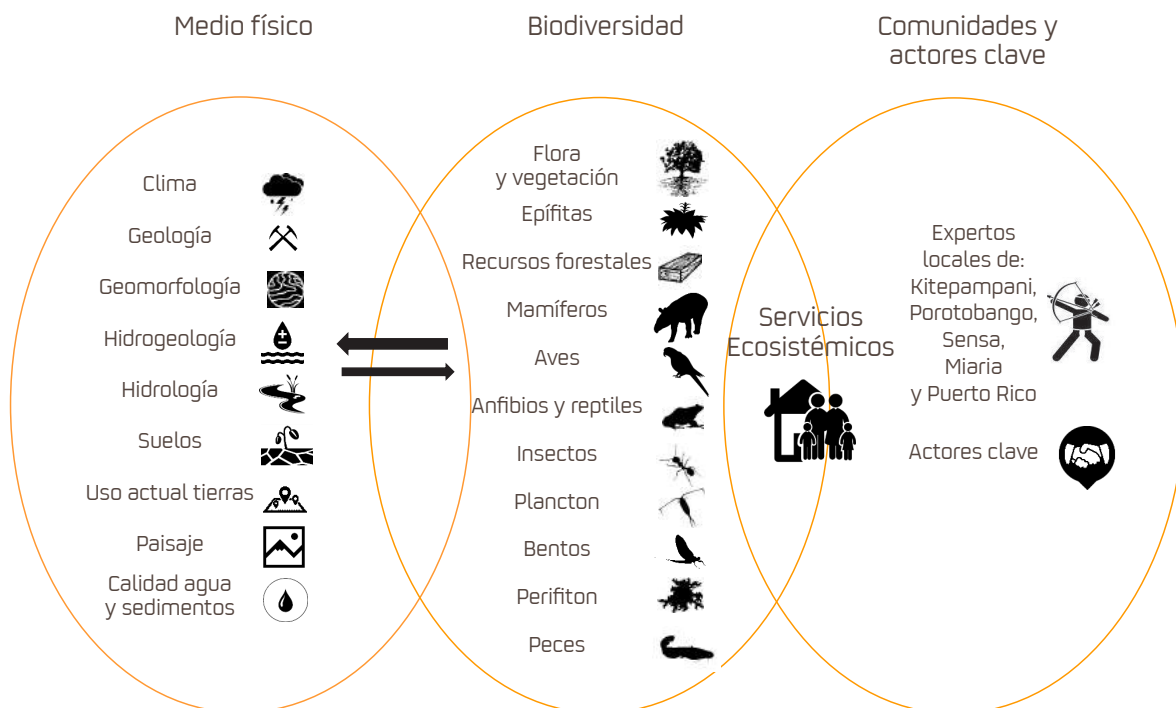
Research Permits

Peruvian legislation demand studies, such as the one conducted in the RCM, to have a research authorization. Thus, permissions from SERNANP² and PRODUCE³ were obtained in order to enter the RCM and carry out the fieldwork.

Planning and Human Capital

Both, the making of the field assessment plan and the whole study, was in charge of the Company Walsh Perú S.A., Ingenieros y Científicos Consultores [Engineers and Scientific

Figura 3. Disciplinas que comprendieron el estudio de biodiversidad de la RCM



lugar, entre los investigadores. Un segundo nivel de socialización incluyó la presentación del plan a la Jefatura de la RCM y ECA-Maeni, para facilitar su supervisión y la participación como actores clave en la investigación. El tercer nivel consideró la presentación del plan a las oficinas ambientales y sociales [relaciones comunitarias] de Repsol, etapa en la cual se revisó la logística, seguridad, salud y cuidado del medio ambiente necesarios para la etapa de campo. El cuarto nivel de socialización implicó la difusión de la información entre las comunidades nativas para solicitar su participación

[Consultants]. The plan was socialized, firstly, among researchers. A second level of socialization included the presentation of the plan to the RCM Chief and ECA-Maeni to facilitate their supervision and participation as other stakeholders during the research. The third level included the presentation of the plan to Repsol environmental and social offices [community relations]. On this stage, the logistic, safety, health and environmental care necessary for the field phase was revised. The fourth level of socialization implied the dissemination of information among native

activa, sobre todo de pobladores conocedores de los recursos que brinda el bosque quienes deberían cumplir la función de expertos locales y guías en las evaluaciones de campo (Figura 4). Las comunidades que participaron directamente fueron Kitepampani, Porotobango, Sensa, Miaría y Puerto Rico, aunque también se contó con la colaboración de guías de la Comunidad Nativa Nuevo Mundo.

Para la evaluación de campo se tomó en consideración la representatividad de las unidades de vegetación y los principales ríos del área del estudio. El centro de operaciones para las salidas de campo fue el Campamento Base de Nuevo Mundo (CBNM). La logística incluyó el montaje de campamentos volantes (CV) abastecidos por helicópteros (15 minutos en promedio desde CBNM y CV). Se contó con personal calificado, materiales, equipos y víveres. Para acceder a los puntos de muestreo se diseñó un sistema de caminos o "trochas" en toda el área de evaluación (Figura 5), que fue elaborado por un equipo de trabajadores que llegó previamente a los puntos.

El estudio contó con la participación activa de biólogos y especialistas del campo social, provenientes de diferentes universidades peruanas; también participaron expertos locales machiguengas, yines, caquintes y ashaninkas que aparte de su conocimiento del medio añadieron experiencia en la evaluación de sus recursos y servicios ecosistémicos. Asimismo, se sumaron especialistas y guardaparques del SERNANP, con una pasantía en la RCM, quienes intercambiaron métodos y protocolos de investigación. Con la finalidad de producir material para difundir las experiencias y hallazgos principales del estudio participó un equipo de filmación y una fotógrafa. Finalmente, se requirió personal de soporte para seguridad, salud y medio ambiente.

communities to seek their active participation, especially that of people with knowledge on the resources provided by the forest, who should play the role of local experts and guides during field assessments (Figure 4).

During the fieldwork assessment we took into consideration the representativeness of the vegetation units and major rivers of the study area. The headquarters during the fieldwork was the Nuevo Mundo Base Camp (CBNM); logistics included mounting fly camps (CV) supplied by helicopters [15 minutes on average from CBNM and CVs]. There was qualified personnel, materials, equipment and supplies. To access to the sampling points, a system of trails across the assessed area was designed (Figure 5) and made by a hard working team that arrived to the sampling points in advance.

The study involved the active participation of biologists and social specialists from different Peruvian universities; as well as local experts from the Machiguenga, Yine, Caquinte and Ashaninka communities, who contributed not only with their knowledge of the environment, but also with their experience in the assessment of resources and ecosystem services. Additionally, SERNANP specialists and park rangers joined the study as interns in the RCM, who exchanged methods and research protocols. In order to produce material for disseminating experiences and main findings of the study, a film crew and a photographer also participated in the study. Finally, support personnel for safety, health and environment was required.

² Resolución del Jefe del Área Natural Protegida de la Reserva Comunal Machiguenga N° 008-2014-SERNANP-JRCM: Autorización para evaluación de recursos naturales y medio ambiente en áreas naturales protegidas.

³ Resolución Directoral N° 584-2015-PRODUCE/DIRC: Autorización para investigación pesquera.

² Resolution from the Chief of the Machiguenga Community Reserve Natural Protected Area No. 008-2014-SERNANP-JRCM, authorization to evaluate natural resources and the environment in Natural Protected Areas.

³ Directorial Resolution No. 584-2015-PRODUCE/DIRC, authorization for fishing investigation

Figure 3. Disciplines included in the RCM Biodiversity Study

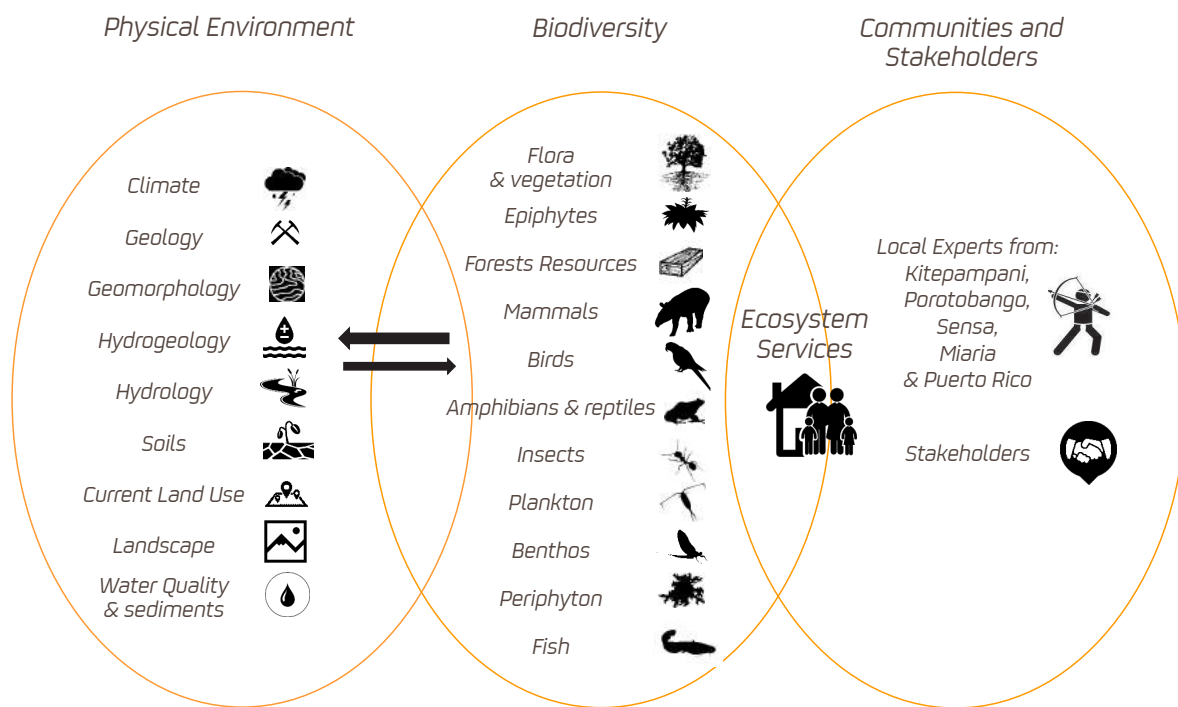


Figura 4. Grupos de interés que participaron en la planificación del Estudio de Biodiversidad de la RCM



Primer ingreso de campo

Preliminarmente, se llevó a cabo un sobrevuelo de reconocimiento sobre el área de estudio, lo cual permitió realizar una planificación más eficiente para los trabajos de campo. Luego de ello, la primera expedición a campo se llevó a cabo desde noviembre hasta diciembre del año 2014, durante la temporada lluviosa. El equipo completo constó de 61 personas (Figura 6), entre biólogos, especialistas del medio físico y especialistas del campo social. Los biólogos, el grupo más numeroso, se dedicaron al estudio de la flora, fauna y organismos acuáticos. Los especialistas del medio físico levantaron información sobre calidad del agua y sedimentos. Los especialistas sociales recabaron información sobre bienes y servicios ecosistémicos que reciben las comunidades nativas del bosque. Los expertos locales, sobre todo de las comunidades circundantes a la reserva y de la Comunidad Nativa de Nuevo Mundo, colaboraron con los grupos de evaluación según su experiencia y afinidad, formando en conjunto diferentes brigadas (vegetación, epífitos, recursos forestales, mamíferos, aves, etc.). Los expertos locales, debido a su mayor conocimiento de los bosques en el área de

First Fieldwork

To begin with, a reconnaissance overflight of the study area was conducted, which allowed to make an efficient planning for the fieldwork. After that, the first field expedition was from November to December 2014, during the rainy season. The whole team was formed by 61 people [Figure 6], including biologists, physical environment and social specialists. Biologists, who constituted the largest team, were in charge of the study of flora, fauna and aquatic organisms. Physical specialists gathered information on water quality and sediments. Social scientists collected data on goods and ecosystem services that native communities get from the forest. Local experts, especially from the communities surrounding the reserve and Nuevo Mundo Native Community, collaborated with the evaluation groups according to their experience and affinity, forming altogether different brigades (vegetation, epiphytes, forest resources, mammals, birds, etc.). Local experts, due to their greater knowledge of the evaluated space, also assumed the task of being guides. The group had nurses and Security and Environment

Figure 4. Stakeholders Who Participated in the Planning of the RCM Biodiversity Study



Figura 5. Estaciones de muestreo para la evaluación biológica y física del área de estudio

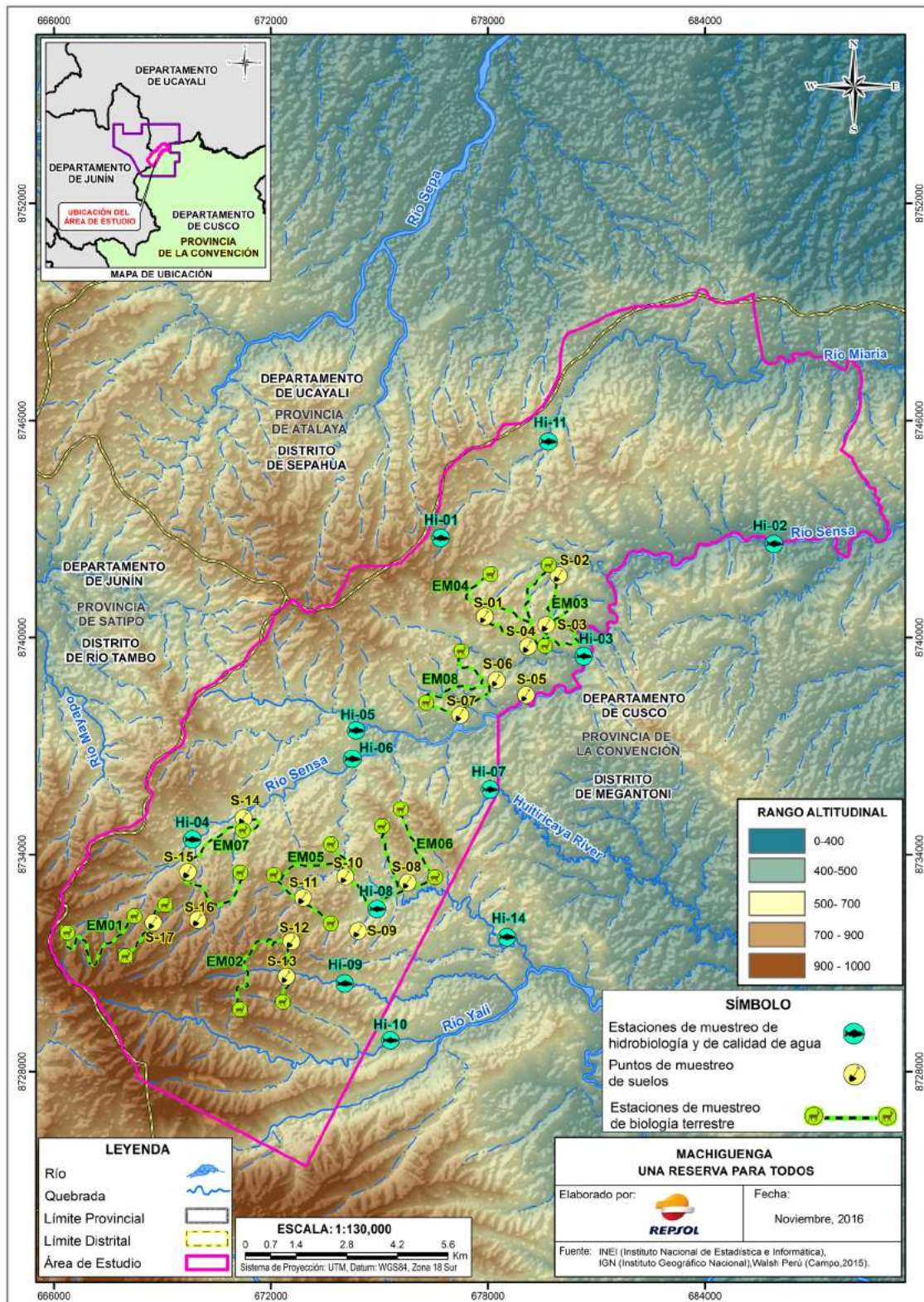
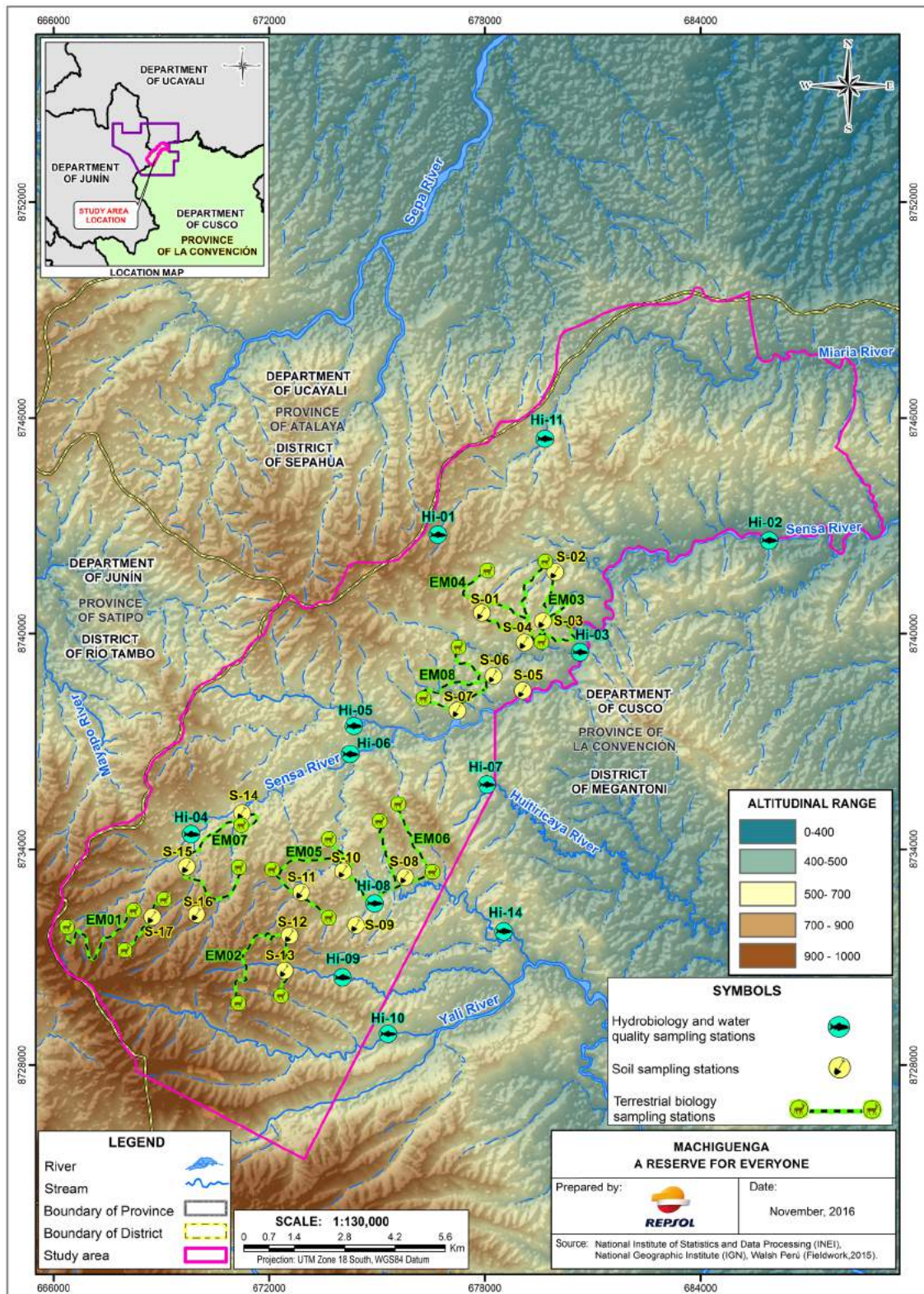


Figure 5. Sampling Stations for the Biological and Physical Assessment in the Study Area



estudio, asumieron además la tarea de ser guías. El grupo contó con enfermeros y personal de Seguridad y Medioambiente (HSE) responsabilizado de las comunicaciones, seguridad y salud de los evaluadores. También ingresaron personas de soporte, a cargo del hospedaje y alimentación en los campamentos volantes, para el manejo y disposición de residuos.

Segundo ingreso de campo

La segunda salida se llevó a cabo entre junio y julio de 2015. Las brigadas biológicas y de calidad de agua volvieron a ingresar a la RCM para evaluar el efecto de la estacionalidad [temporada seca]. Asimismo, ingresaron los especialistas sociales, el personal de HSE y personal de logística. Por su parte, aprovechando la “temporada más beneficiosa para el estudio”, ingresaron los especialistas de estudios físicos, el equipo de filmación y fotografía, y cinco especialistas del SERNANP para realizar una pasantía en métodos de evaluación de la biodiversidad en bosques tropicales. El total de personas involucradas fue 86 [Figura 7], lo cual fue un desafío para la gestión

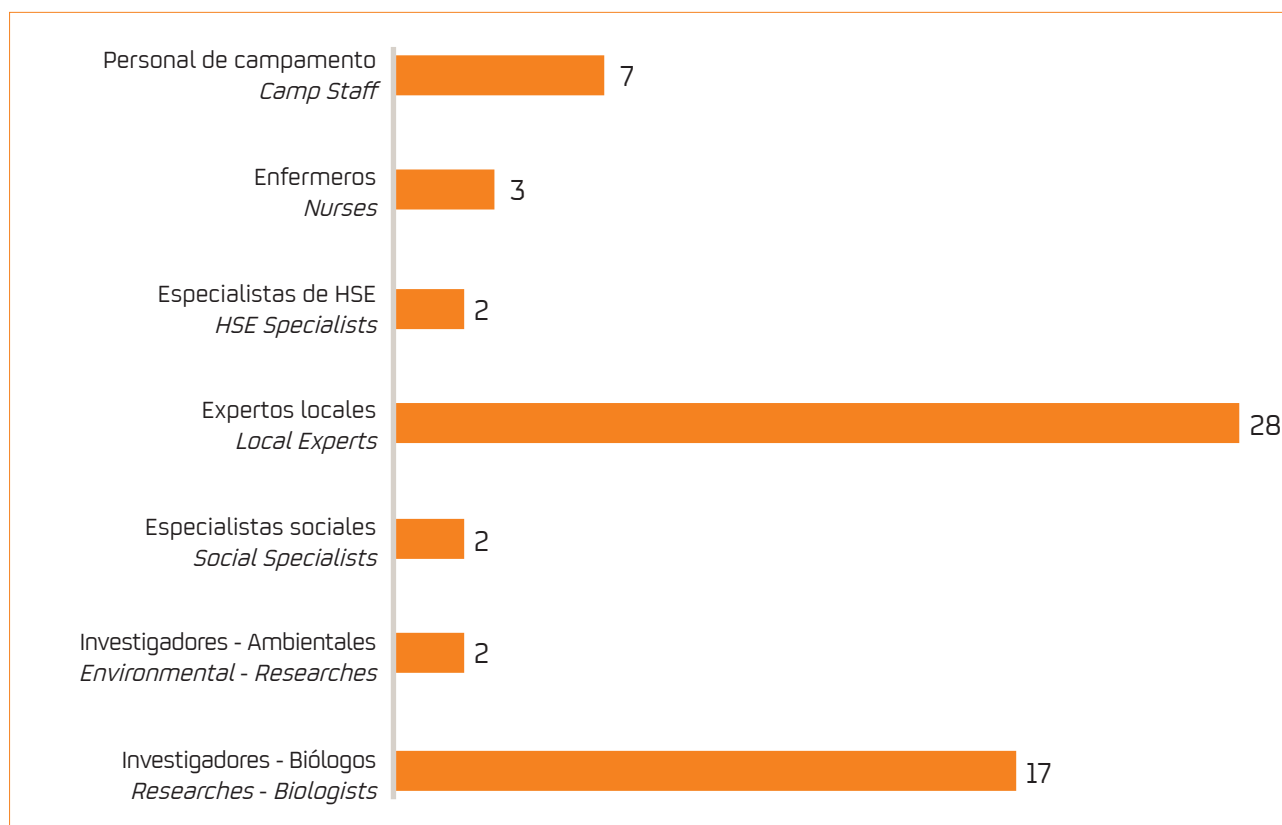
(HSE) specialists, responsible of communications, safety and health of the evaluators. Also, there was people in charge of logistics such as accommodation and meals in flying camps, as well as for handling and disposal of waste.

Second Fieldwork

The second fieldwork took place between June and July 2015. The biological and water quality brigades entered the RCM once again to assess the effect of seasonality [dry season]. Besides, social and HSE specialists and the logistics team entered during this season. Furthermore, taking advantage of the “most beneficial season to the study”, physical specialists, a film crew, photographers and five specialists from SERNANP entered the RCM for an internship in biodiversity assessment methods in tropical forests. The total number of people involved during the second fieldwork was 86 [Figure 7], and that meant a challenge for logistics and security management in a rural natural area. However, the experience

Figura 6. Equipo de trabajo para el estudio de la RCM (noviembre-diciembre 2014)

Figure 6. Working Team for the RCM Study (November-December 2014)



logística y de seguridad en un área natural bastante agreste. No obstante, la experiencia recogida en la primera evaluación y sus “lecciones aprendidas” permitieron la optimización de recursos y tiempo durante la segunda evaluación de la RCM. Toda esta sinergia contribuyó a que los investigadores, el Estado, las comunidades [expertos locales] y los especialistas de Repsol construyeran una visión integrada acerca de cómo obtener información de biodiversidad relevante para una gestión integral del área natural protegida.

Análisis de información

La información generada en la evaluación de campo fue analizada siguiendo los métodos científicos. Se realizaron análisis de laboratorio, identificación de muestras y sistematización de entrevistas. Una vez completada esta tarea se generaron las bases de datos georreferenciadas [“Geodatabase”] con el fin de que la información tenga trazabilidad y que pueda ser compartida con el SERNANP u otra entidad científica.

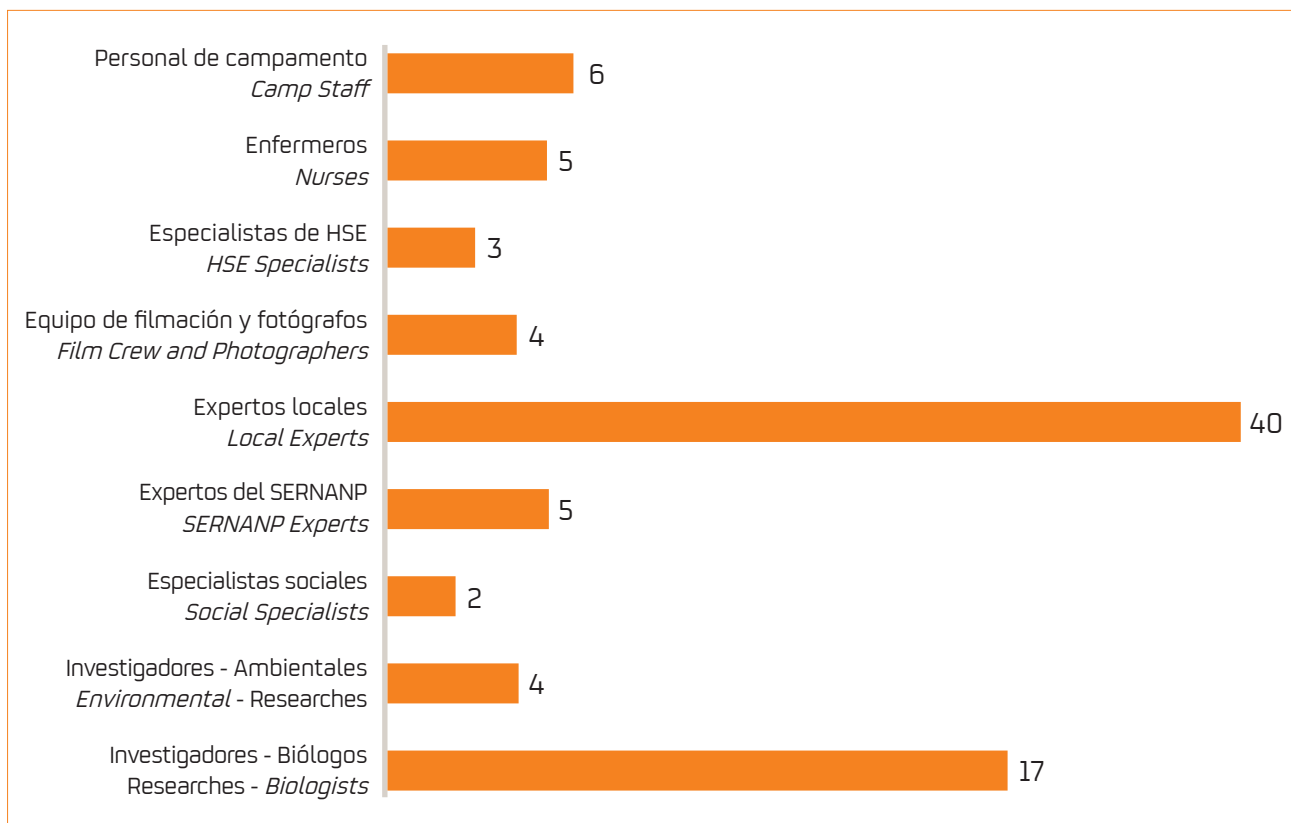
gained during the first assessment and the “lessons learned” allowed the optimization of resources and time during the second assessment in the RCM. All this synergy helped researchers, the State, communities [local experts] and specialists from Repsol build an integrated view on how to obtain relevant biodiversity information for an integrated management of this natural protected area.

Information Analysis

The information generated in the field assessments was analyzed following scientific methods. Lab analysis, sample identification and systematization of interviews were conducted. Once these tasks were completed, the geo-referenced databases [“Geodatabase”] were created with the purpose of getting traceable information that can be shared with SERNANP or other scientific organization. Furthermore, based on the field data, analysis per disciplines and groups of physical and biological research were

Figura 7. Equipo de trabajo para el estudio de la RCM [junio-julio 2015]

Figure 7. Working Team for the RCM Study [June-July 2015]



Además, con base en la información de campo, se realizaron análisis por disciplinas y grupos de investigación física y biológica, para obtener indicadores de diversidad, conservación y usos potenciales. Asimismo, se desarrollaron análisis ulteriores sobre sensibilidad biológica y servicios ecosistémicos, integrando la información de los expertos locales y de los actores clave.

Los resultados, discusiones y conclusiones han sido difundidos a las comunidades a través de talleres. Todos los aportes servirán para una gestión integrada del ANP, tanto por parte de las comunidades nativas y actores clave del Estado, como por Repsol. Los resultados también han sido difundidos en el medio académico y otras compañías con el objeto de que este estudio se convierta en un hito de “buenas prácticas” en la gestión de la biodiversidad y servicios ecosistémicos para el sector hidrocarburos.

conducted in order to obtain indicators of diversity, conservation, and potential uses. In addition, further analysis on environmental sensitivity and ecosystem services were developed, to which information from local experts and stakeholders was integrated.

The results, discussions and conclusions have been disseminated to the communities through workshops. All the contributions will serve for an integrated management of the ANP, both by native communities and State stakeholders, and by Repsol. The results have also been disseminated in academia and among other companies in order to make this study a landmark of “good practices” in the management of biodiversity and ecosystem services for the hydrocarbon sector.

Especialista en mamíferos instalando una trampa de captura fotográfica. ►
Mammalogist installing a camera trap.





A person wearing a light-colored, textured garment is shown from the chest up, holding a small, brown and white speckled bird in a black net. The person's hands are visible, one holding the bird and the other holding the net. The background is a dense forest with green foliage and tree branches, creating a bokeh effect. The overall scene is brightly lit, suggesting a sunny day in a forest.

LAS COMUNIDADES Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Communities and Ecosystem Services

Las comunidades y los servicios ecosistémicos

Communities and Ecosystem Services

// William Nauray, Vanesa Ríos, Elber Pucuhuayla, Alejandro José, Jaime Mansilla, Margot Panta-Corzo, Gilda Bianco, Nadia Sánchez, Oscar Cuya & Fernando Takano //

Introducción

Los servicios ecosistémicos son los beneficios que la población recibe de la naturaleza. También se suele decir que son los beneficios proporcionados por el llamado “capital natural” (IPIECA, 2011). Los servicios se agrupan desde aquellos que sirven de “apoyo” o para la producción de otros servicios, por ejemplo la calidad de hábitat, el ciclo de nutrientes, la formación de suelos, etc., hasta los servicios finales, como los de “aprovisionamiento” de alimentos, productos de la caza y pesca, plantas medicinales, fibras y maderas para la construcción de viviendas, agua para consumo humano, etc. Los beneficios incluyen también la “regulación” del ambiente donde viven las personas, de la captura y almacenamiento de carbono por los bosques que mitigan el cambio climático global, la purificación del agua y aire, el control de plagas y enfermedades, etc. También se consideran como servicios ecosistémicos a los “servicios culturales” o aquellos bienes intangibles que la gente obtiene del ecosistema en la forma de enriquecimiento espiritual, desarrollo cognitivo, reflexión, recreación y experiencias estéticas (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Los servicios que la RCM brinda se enfocan principalmente en las comunidades nativas que circundan a la misma y que incluyen a los pobladores de las etnias Machiguenga, Ashaninka, Kaquinte y Yine-Yami (SERNANP, 2016).

En el presente capítulo se presenta información sobre los servicios ecosistémicos que utilizan las comunidades nativas del área de estudio. También se mencionan aquellos servicios que son importantes para los actores clave de la RCM y en los planes de gestión es estratégica. Se hace un particular hincapié en la percepción de las comunidades nativas acerca de los elementos de la biodiversidad que son importantes para su bienestar, no sólo en la actualidad, sino para sus futuras generaciones.

Introduction

Ecosystem services are the benefits that people receive from the environment and biodiversity. They are also known as benefits provided by the so-called “natural capital” (IPIECA, 2011). These services are grouped from those that serve as “support” for producing other services, such as habitat quality, nutrient cycling, soil formation, etc.; to final ones, such as provisioning services: food, products of hunting and fishing, medicinal plants, fibers and wood for building houses, water for human consumption, etc. Benefits also include the “regulation” of the environment where people live, carbon capture and storage by forests that mitigate global climate change, water and air purification, pest and disease control, etc. Also considered as ecosystem services are the “cultural services” or those intangible goods that people obtain from the ecosystem as a spiritual enrichment, cognitive development, reflection, recreation and aesthetic experiences (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

Services provided by the RCM are mainly focused on the native communities surrounding it, which include the Machiguenga, Ashaninka, Kaquinte and Yine-Yami ethnicities (SERNANP, 2016).

The current chapter presents information about ecosystem services used by native communities in the study area. In addition, we mention the services that are important to stakeholders of the RCM, and whose inclusion in the management plans is strategic. Moreover, we particularly emphasize the perception of native communities about the elements of biodiversity that are important to their welfare, not only for the current moment, but for their future generations as well.

Metodología

En la evaluación se utilizaron métodos que toman como referencia los trabajos del World Resources Institute [2008] y The Global Oil and Gas Industry Association for Environmental and Social Issues – IPIECA [2011]. Se tuvieron como ejes principales la identificación y determinación de los servicios prioritarios que brinda la reserva hacia las comunidades de Kitepampani, Porotobango, Puerto Rico, Miaría y Sensa [área de estudio]. La identificación de servicios se realizó mediante datos del medio biofísico, por medio de entrevistas a los colaboradores o expertos locales que participaron en la evaluación de la biodiversidad, los actores clave (*i.e.*, stakeholders) que administran la RCM, como el jefe de la mima¹ y el ECA-Maeni², e información secundaria de estudios ambientales próximos o de la zona de amortiguamiento de la RCM (*e.g.*, Repsol Exploración Perú, 2015) [Figura 2]. Asimismo, la priorización de los servicios ecosistémicos se desarrolló por medio de entrevistas con los expertos locales, reuniones con los actores clave, talleres con relacionistas comunitarios y especialistas del área ambiental de Repsol, empresa que desarrolla actividades en el Lote 57, además del juicio de expertos en temas ambientales (biólogos, ingenieros forestales, antropólogos, etc.) [Figura 3].

Resultados

Los servicios identificados como prioritarios en el área de estudio tienen dos puntos de interés, el primero es determinado sobre todo por los pobladores de las comunidades y se concentra en los servicios de aprovisionamiento y culturales; mientras que en el segundo punto, se observa un interés determinado por los actores clave, gestores estatales, administradores locales, investigadores, técnicos y especialistas ambientales, en cuyo caso se identifican también los servicios de apoyo y los de regulación [Cuadro 1].

Methodology

*For this assessment, we used methods based on works of the World Resources Institute [2008] and The Global Oil and Gas Industry Association for Environmental and Social Issues - IPIECA [2011]. The main axes were the identification and determination of the priority services provided by the RCM to the communities of Kitepampani, Porotobango, Puerto Rico, Miaría and Sensa [study area]. Services were identified by using biophysical data; through interviews to local collaborators or experts who participated in the Biodiversity Study, to stakeholders that administer the RCM such as the Chief¹ and the ECA-Maeni², and by means of secondary information from environmental studies nearby the RCM or in its buffer zone [*e.g.*, Repsol Exploración Perú, 2015] [Figure 2]. Moreover, the prioritization of the ecosystem services was made through interviews with local experts, meetings with stakeholders, workshops with community relations and environmental specialists from Repsol, which is the Company that conducts activities in Lot 57, as well as experts' judgement on environmental issues [biologists, forest engineers, anthropologists, etc.] [Figure 3].*

Results

The services identified as prior in the study area have two points of interest, the first one is determined mainly by the residents of the communities and is focused on the provisioning and cultural services; while the second one, is a particular concern for stakeholders [state managers, local managers, researchers, technicians and environmental specialists], and in this case, support and regulation services are to be identified [Cuadro 1].

¹ César Aliaga, SERNANP

² Héctor Kaibi, Ejecutor del Contrato de Administración de la Reserva Comunal Machiguenga

¹ César Aliaga, SERNANP

² Héctor Kaibi, Executor of the Machiguenga Communal Reserve Administrative Agreement.

Figura 1. Flujograma de los servicios ecosistémicos que contribuyen al bienestar de las comunidades nativas

Figure 1. Scheme of services that provide the ecosystem by the flow of benefits that contribute to the welfare of people

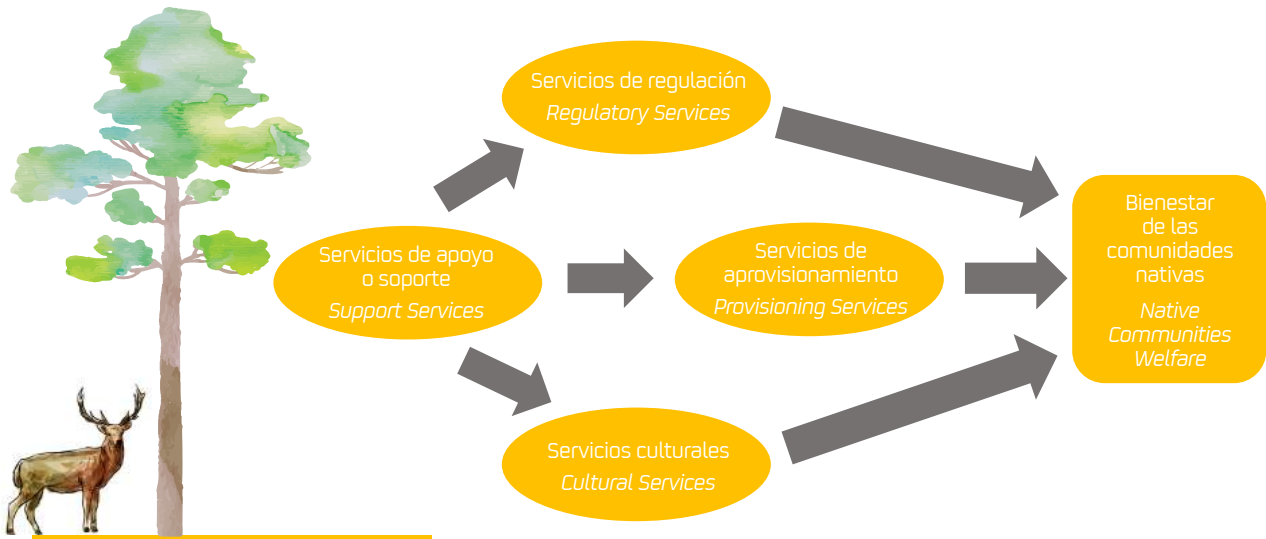
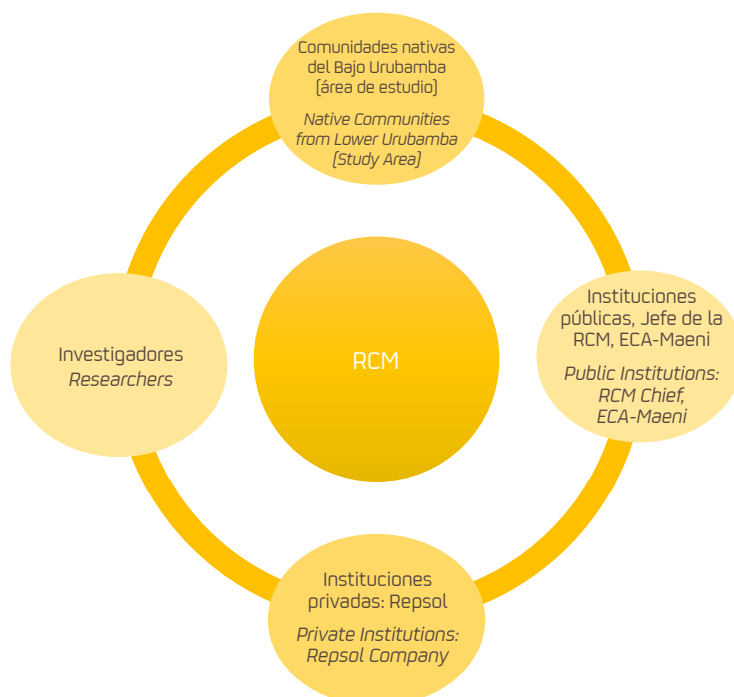


Figura 2. Comunidades y actores clave involucrados en la identificación y priorización de servicios ecosistémicos importantes que brinda la RCM a los pobladores de las comunidades nativas

Figure 2. Communities and Stakeholders involved in the identification and prioritization of important ecosystem services provided by the RCM to the inhabitants of the native communities



Servicios de aprovisionamiento

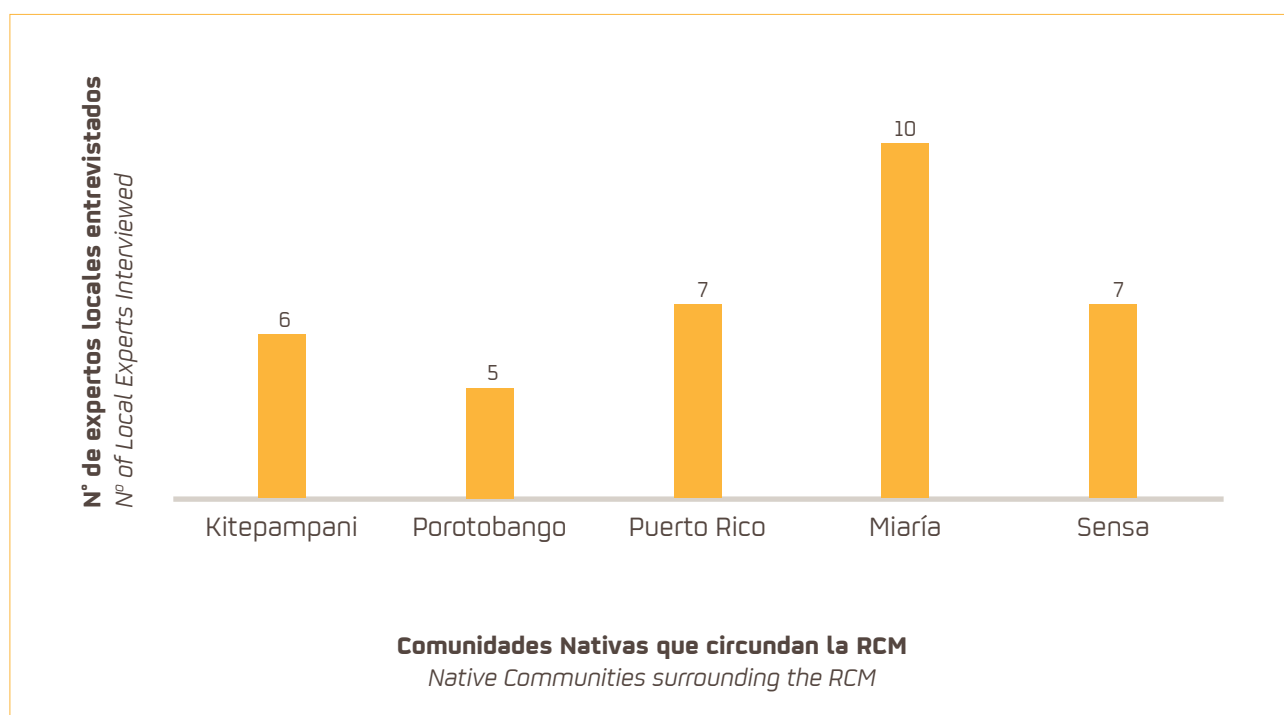
En el caso de servicios que provee el bosque, son identificadas como importantes las fuentes de alimentación producto de la caza y pesca, además de los cultivos agrícolas y ganaderos. Al respecto, las actividades de suministro de proteína animal, conocida como “carne de monte”, son generalmente para autoconsumo y se dan en la Zona de Aprovechamiento Directo (AD) de la RCM; en el caso de los cultivos estos son prioritarios para las comunidades, sin embargo deben estar restringidos a la Zona de Amortiguamiento (ZA) y ser ejecutados de acuerdo a planes de manejo. Además, son considerados como servicios prioritarios, los recursos forestales maderables y los materiales de construcción diferentes a la madera [e.g; hojas y estípites de palmeras para los techos de las casas]. En el primer caso, la actividad sólo puede ejecutarse en las ZA pero de acuerdo con planes de manejo, mientras que en el segundo caso, los materiales pueden ser extraídos de la zona de AD, sólo para la construcción de viviendas en las comunidades.

Provisioning Services

In the case of services provided by the forest, the ones identified as important are the sources of food, product of hunting and fishing, in addition to agricultural crops and livestock. In this regard, activities for animal protein supply, known as “bushmeat”, are usually destined for consumption and they take place in the Direct Exploitation Area (AD) of the RCM. With regards to crops, these are a priori to communities, though they should be restricted to the Buffer Zone (ZA) and be pursued according to management plans. Besides, other services regarded as prior are timber forest resources and construction materials other than wood [e.g., palm leaves and stipes for houses’ roofs]. In the first case, the activity can only be run on the ZA but also according to management plans; while in the second case, materials can be extracted from the AD area provided they are only used for building houses in the communities.

Figura 3. Número de colaboradores o expertos locales que brindaron información sobre servicios ecosistémicos prioritarios en la RCM

Figure 3. Number of collaborators or local experts that provided information about ecosystem services prioritized in the RCM



Si se considera que los servicios de aprovisionamiento compatibles con la zonificación de la RCM se enfocan en el uso de la biodiversidad, es importante conocer también la percepción de las comunidades sobre este tipo de servicios. Al respecto, algunas frases que vinculan claramente la diversidad de especies con un sentido de utilidad, conservación, y resguardo, son las siguientes:

- “La reserva garantiza los recursos naturales, es decir, evita que desaparezcan los árboles, los animales, las plantas silvestres, los peces del río, para que futuras generaciones obtengan sus provisiones” [expertos locales que participaron en el estudio].
- La RCM es “para conservar”, “para cuidar” por ese motivo, saben que deben emplear con cautela los recursos naturales que allí se encuentran. Sin embargo, ocasionalmente van a cazar animales y pescar, pero no es muy seguido. Sobre el cuidado de

Considering provisioning services compatible with the RCM zonification are focused on the use of biodiversity, it is important to know the perception of the communities about these services as well. Regarding the latter, some phrases that clearly link species diversity with a sense of usefulness, conservation and protection are the following:

- *“The reserve guarantees natural resources, in other words, it prevents trees, animals, wild plants, river fishes from disappearing, so that future generations get their supplies” [local expert who participated in the study].*
- *The RCM is meant “to be conserved”, “to be taken care of”, that is why local people know they must use natural resources in the area carefully. However, they occasionally go hunting and fishing, but is not very often. About the RCM care people from communities mention “they do not*

Tabla 1. Identificación y priorización de los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento de la RCM

Clasificación de servicio	Provisión de la RCM	Tipo de suministro	Actividad de las comunidades	Importancia para las comunidades	Compatibilidad con la zonificación de la RCM
Aprovisionamiento	Alimentos	Peces silvestres	Pesca	A	AD, ZA
		Animales (fauna silvestre)	Caza	A	AD, ZA
		Frutos silvestres	Recolección	B	AD, ZA
		Cultivos	Agricultura	A	ZA [con planes de manejo]
		Animales de crianza	Ganadería / Piscicultura	A	ZA [con planes de manejo]
	Materiales naturales	Madera	Explotación forestal	A	ZA [con planes de manejo]
		Fibras	Extracción	C	AD, ZA
		Resinas	Extracción	C	AD, ZA
		Materiales de construcción (palmeras)	Extracción	A	AD, ZA
		Material combustible (leña)	Extracción	C	AD, ZA
	Recursos genéticos	Semillas y plántulas de especies maderables valiosas	Recolección	B	AD, ZA
	Recursos medicinales y farmacéuticos	Plantas medicinales	Extracción	B	AD, ZA
	Agua	Agua fresca (consumo humano)	Utilización de fuentes (quebradas, ríos)	B	AD, ZA

A: Prioridad o importancia alta, B: Prioridad o importancia moderada, C: Sin prioridad o importancia relevante. Zonificación de la Reserva Comunal Machiguenga (SERNANP, 2012); AD: Zona de Aprovechamiento Directo, ZA: Zona de Amortiguamiento

la RCM, los comuneros mencionan que "desconocen, no les han enseñado, pero de vez en cuando van a vigilarla, para evitar que talen árboles o cacen, por el momento eso es lo único que pueden hacer" [comunidad Kitepampani].

- "La Reserva Comunal Machiguenga es la madre de todo, es semillero de todo, nadie lo va a tocar, es una área que tiene mucho valor" [Repsol Exploración Perú, 2015].
- "La Reserva es nuestro 'banco de semillas' de maderas valiosas, de peces, de animales de caza" [Kaibi, com pers., 2016].

Los resultados que vinculan la diversidad registrada y el uso potencial del bosque muestran la importancia de la RCM como fuente de alimentos, fibras y hojas de palmeras (como material de construcción) y semillero de maderas valiosas (Figura 4).

know, nobody has taught us, but sometimes they go to keep an eye [on the RCM], to avoid logging or hunting. At the moment it is the only thing the can do" [Kitepampani Community].

- "The Machiguenga Communal Reserve is the mother of everything, is the seed of everything, nobody is going to touch it, it is an area that has a lot of value" [Repsol Exploración Perú, 2015].
- "The reserve is our seed "bank" with valuable tree species, fishes, and animals for hunting" [Kaibi, pers. com., 2016].

Results that link the recorded diversity with the forest potential use, show the importance of the RCM as a source of food, fibers and palm leaves [as building material] and seedlings of valuable timber [Figure 4]. Up to 297 species of vascular plants have utility,

Table 1. Identification and Prioritization of Provisioning Ecosystem Services Provided by the RCM

Service Classification	RCM Provision	Type of Supply	Activities of Communities	Importance for the Communities	Compatibility with the RCM Zonification
Provisioning	Food	Wild fish	Fishing	A	AD, ZA
		Animals (wildlife)	Hunting	A	AD, ZA
		Wild fruits	Harvest	B	AD, ZA
		Crops	Agriculture	A	ZA (with management plans)
		Farm animals	Livestock / Fish Farming	A	ZA (with management plans)
	Materiales naturales	Wood	Logging	A	ZA (with management plans)
		Fiber	Extraction	C	AD, ZA
		Resins	Extraction	C	AD, ZA
		Construction materials (palm trees)	Extraction	A	AD, ZA
	Genetic resources	Seeds and seedlings of valuable timber species	Harvest	B	AD, ZA
	Water	Fresh water (human consumption)	Using sources (streams, rivers)	B	AD, ZA

A: High priority or importance, B: Moderate priority or importance, C: Without priority nor relevant importance. Machiguenga Communal Reserve Zonification [SERNANP, 2012]; AD: Direct Exploitation Zone, ZA: Buffer Zone

Hasta 297 especies de plantas vasculares tienen utilidad, por lo cual éstas constituyen el componente de la biodiversidad con mayor uso potencial por las comunidades. Del total de plantas vasculares, el 47 % corresponde a especies forestales maderables, mientras que el 2 % corresponde materia prima para la construcción. En el caso de la fauna, del total de especies útiles, 89 % de los mamíferos, 82 % de las aves, 2 % de los reptiles, 100 % de los anfibios y 11 % de los insectos (1 especie) corresponden a fuentes de proteínas del bosque. Finalmente, en cuanto a la pesca, el total de especies de peces reportados [32] tiene potencial ornamental; sin embargo, en ríos próximos a la RCM (Repsol Exploración Perú, 2011, 2105) se han registrado especies importantes para la alimentación de los pobladores de comunidades nativas.

Un análisis ulterior de los servicios de aprovisionamiento incluye la integración del estado de conservación y de las especies endémicas. En la RCM se han registrado 80 especies que son importantes, como fuente de servicios del bosque para las comunidades y, a la vez, son catalogadas como especies amenazadas o endémicas (i.e., de distribución restringida a un determinado lugar, en este caso, el Perú). Las especies de flora prioritarias son 15 especies, mientras que en el caso de la fauna son, prioritarias se reportan 18 especies de mamíferos, 46 especies de aves y 1 especie de reptil [Cuadro 2]. Se considera a estos elementos de la biodiversidad como componentes valiosos del ecosistema (CVE), porque se desarrollan en un área natural protegida, presentan valor científico o histórico, y son, además, especies raras y en peligro de extinción, ya que son aprovechadas por los pobladores locales y, por tanto fundamentales para la cultura y la calidad de vida de las comunidades nativas [Cuya, 2016].

En el caso de los peces, que son una importante fuente de alimento para las comunidades, y a pesar que durante la realización del estudio no se registraron especies con alto valor alimenticio, se debe considerar el potencial de la RCM como proveedora de peces de consumo [Cuadro 3]. Este punto se ve reforzado por los expertos de las comunidades que manifiestan que "ocasionalmente la gente va a cazar animales y a pescar, pero no es muy seguido" (dicen los expertos de la comunidad

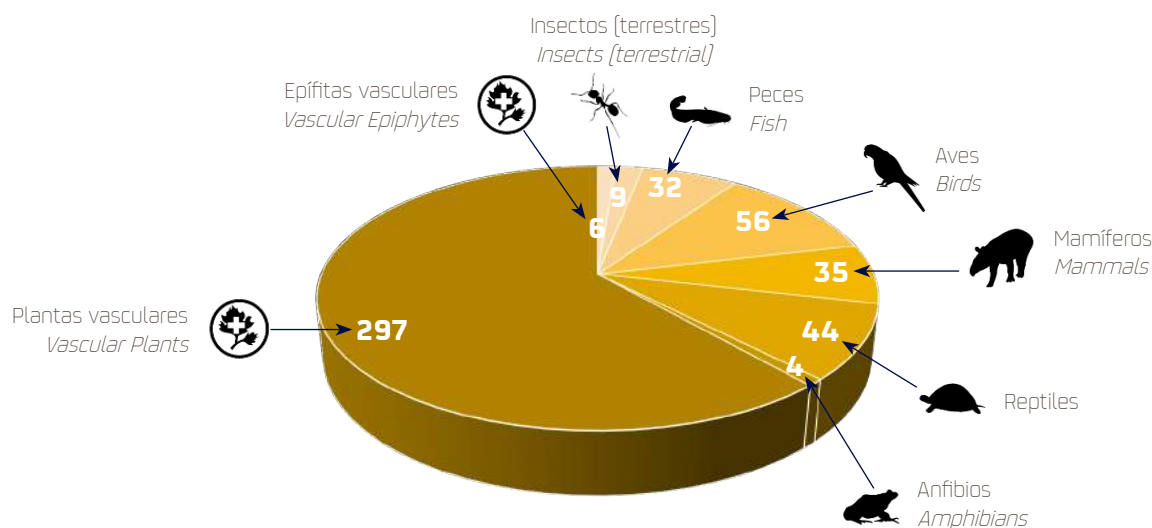
so that they are the biodiversity component with the greatest potential use by communities. Among all the vascular plants recorded, 47 % are timber species, while 2 % are raw materials for building. In the case of wildlife, out of the total useful species, 89 % of mammals, 82 % of birds, 2 % of reptiles, 100 % of amphibians and 11 % of insects (one species) correspond to sources of forest proteins. Finally, with regards to fishing, the total of fish species reported [32] has ornamental potential; however, in some rivers next to the RCM (Repsol Exploración Perú, 2011, 2015), important species for feeding the inhabitants of native communities have been recorded.

A further analysis of provision services includes the integration of the conservation status and the endemic species. In the RCM, we recorded 80 species regarded as important since they are source of forest services to the communities and, at the same time, are catalogued as endangered or endemic species (i.e., whose distribution is restricted to a certain place, in this case, Perú). Prior flora species are 15, while in case of fauna there are 18 mammals, 46 birds and 1 species of reptile [Table 2]. These elements of biodiversity are regarded as valuable ecosystem components (CVE), because they develop in a natural protected area, have a scientific or historical value, and also represent rare and endangered species that are hunted or fished by local people. Therefore they are fundamental to the culture and quality of life of native communities [Cuya, 2016].

In the case of fish, which is an important source of food for the communities, and although during the study no species with high nutritional value were recorded, it should be considered the potential of the RCM as a fish supplier for consumption. This point is reinforced by experts from communities who say that "people occasionally go hunting and fishing, but it is not very often" (say some experts from Kitepampani community); also considering that for the communities "resources in the RCM are abundant and for their own consumption (experts from Porotobango community). Therefore, it is important to mention the high probability of the presence of fish species as a protein supply. This inference takes into account the results of biological studies (baselines) conducted in locations close to the study area (Repsol Exploración Perú, in press, Torres, 2010), which have lists of fish species that have also been recorded in the RCM.

Figura 4. Uso potencial de la biodiversidad por las comunidades nativas según expertos locales

Figure 4. Potential uses of Biodiversity by the Native Communities based on local experts



de Kitepampani]; considerando además que para las comunidades en la reserva abundan los recursos y son para autoconsumo [expertos de la comunidad de Porotobango]. Por ello, es importante mencionar la alta probabilidad de presencia de especies de peces como suministro de proteínas. Esta inferencia considera los resultados de estudios biológicos [líneas base] realizados en lugares cercanos al área de estudio [Repsol Exploración Perú, documento en preparación; Torres, 2010], en los cuales se cuenta con listas de especies de peces que han sido registradas también en la RCM.

Adicionalmente, en el Bajo Urubamba, existen más de 35 especies de peces que son frecuentes para el consumo humano, siendo los más importantes [Torres et al., 2010]: "boquichico" *Prochilodus nigricans*, "doncella" *Pseudoplatystoma punctifer*, "puma zúngaro" *Pseudoplatystoma tigrinum*, "paco" *Piaractus brachypomus*, "sábalo cola roja" *Brycon amazonicus*, "sábalo cola negra" *Brycon melanopterus*, "achacubo" *Sorubimichthys planiceps*, *Leporinus friderici*, "lisa" *Schizodon fasciatus*, "palometá" *Mylossoma duriventre*, "zúngaro negro" *Zungaro zungaro*, "cunshi" *Pimelodus blochii*, "mota"

In addition, in the Lower Urubamba there are more than 35 fish species that are typical for consumption, among which the most important are [Torres et al., 2010]: "Black Prochilodus" *Prochilodus nigricans*, "Barred Catfish" *Pseudoplatystoma punctifer*, "Tiger Shovelnose" *Pseudoplatystoma tigrinum*, "Red-bellied Pacu" *Piaractus brachypomus*, "Sábalo cola roja" *Brycon amazonicus*, "Sábalo cola negra" *Brycon melanopterus*, "Firewood Catfish" *Sorubimichthys planiceps*, "Threespot leporinus" *Leporinus friderici*, "Lisa" *Schizodon fasciatus*, "Silver Mylossoma" *Mylossoma duriventre*, "Gilded Catfish" *Zungaro zungaro*, "Four-lined Pimelodus" *Pimelodus blochii*, "Vulture Catfish" *Calophysus macropterus*, "Duckbill Catfish" *Sorubim lima*, "Bristlemouth" *Chaetostoma sp.*, "Carachama" *Ancistrus sp.* and "Carachama" *Squaliforma emarginata*. It is noted that all these fish species have high probability of occurrence probability and of being reported in the RCM.

Calophysus macropterus, "shiripira" *Sorubim lima*, *Chaetostoma* sp., *Ancistrus* sp. y "carachamas" *Squaliforma emarginata*. Cabe señalar que todas estas especies de peces tienen alta probabilidad de ocurrencia y de ser reportadas en la RCM.

Servicios culturales

En el área de estudio, algunos colaboradores locales de Kitepampani señalan un lugar rocoso en la RCM denominado "Yavirichano" (en idioma caquinte) o Yavireri (en idioma machiguenga), el cual se ubica en las nacientes del río Yali (también conocido como Yori). Este lugar es considerado sagrado, y sería el punto a donde van las almas de las personas luego de fallecer, sin embargo en la actualidad, se le conoce más por ser el límite con la RCM, y con las demás comunidades. Asimismo, las rocas de este lugar han sido consideradas por los antepasados como sobrenaturales o míticas, y como seres que tenían la capacidad de convertir a las personas que pasaban por el lugar en animales. Además, se le atribuyen propiedades curativas a este lugar.

Los expertos locales de Porotobango hacen referencia a una construcción o formación que se asemeja a un ser humano y se ubica por el cauce del río Sensa, en dirección a la quebrada Tangoshiari, y, además mencionan un lugar sagrado denominado "la colpa madre" o "Isangarita tasurinchi" que se ubica por la intersección del río Sensa con la quebrada Tangoshiari. El nombre de este lugar muestra una concepción cercana a la espiritualidad y el respeto a la naturaleza, toda vez que se consideran a las colpas como las "madres de los animales".

Finalmente, los expertos de las comunidades de Sensa, Miaría y Puerto Rico no indicaron la presencia de lugares sagrados, espirituales o religiosos dentro del área de estudio de la RCM. Sin embargo, en el caso de los expertos de Puerto Rico, ellos tienen referencias difusas de que la RCM fue un refugio de los antepasados incas, pero sin la connotación espiritual o religiosa propia de las comunidades machiguengas.

Cultural Services

In the study area, some local collaborators from Kitepampani mention a rocky place in the RCM called "Yavirichano" (in Caquinte language) or "Yavireri" (in Machiguenga language), which is located in the headwaters of the Yali (also known as Yori) River. This place is regarded as sacred, and would be the point where people's souls go after their death; however, currently, the place is known basically as a limit reference with the RCM and with the rest of communities. Moreover, rocks of this place have been considered by the ancients as supernatural or mythical, and as beings who had the ability to turn people passing through this place into animals. Besides, healing properties have been attributed to this place.

Local experts from Porotobango refer that there is a construction or formation that resembles a human being and is located along the Sensa River bed, towards the Tangoshiari Stream, and they also mention a sacred place called "the mother claylick" or "Isangarita tasurinchi", which is located at the intersection of the Sensa River and the Tangoshiari Stream. The name of this place shows a concept close to spirituality and respect in relation to nature, since claylicks are regarded as the "mothers of animals".

Finally, experts from Sensa, Miaría and Puerto Rico communities did not indicate the presence of sacred, spiritual or religious places within the study area of the RCM. Nevertheless, regarding the Puerto Rico community experts, they have heard vague references related to the RCM as a refuge of their Inca ancestors, but without the spiritual or religious connotation of the Machiguenga communities.

Cuadro 2. Componentes valiosos del ecosistema de flora y fauna como servicios de provisión reportados en la RCM

Table 2. Valuable components from the flora and fauna ecosystem as provision services reported in the RCM

Componentes de la biodiversidad / Biodiversity Components					Servicio de provisión / Provision Service			Categoría de conservación y endemismos / Conservation and Endemism Categories					
Grupo / Group	Familia / Family	Especie / Species	Nombre local / Local Name	Nombre Machiguenga / Machiguenga Name	Alimento (proteínas) / Food (Protein)	Maderable (banco de semillas) / Timber (Seed Bank)	Materiales de construcción / Building material	D.S. Nº 004-2014-MINAGRI (fauna)	D.S. Nº 043-2006-AG (flora)	IUCN 2015	CITES 2015	Endemismo / Endemism (Lech et al., 2006)	Bioma (Stotz et al., 1996)
Flora	Arecaceae	<i>Attalea tessmannii</i>	Shapaja				x			NT			
	Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	Huacrapona, Pona	Kamona		x	x			LC			
	Arecaceae	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Huicungo	Tiroti			x		NT	LC		x	
	Bignoniaceae	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Tahuari	Komaro		x				VU			
	Fabaceae	<i>Inga cf. ruiziana</i>	Shimbillo			x				LC			
	Fabaceae	<i>Copaifera paupera</i>	Copaiba	Coveni		x	x			VU			
	Fabaceae	<i>Amburana cearensis</i>	Ishpingo			x				VU	EN		
	Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Lupuna			x				NT			
	Malvaceae	<i>Chorisia integrifolia</i>	Lupuna			x				NT			
	Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	Santari		x				VU	EN	III	
	Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro			x				VU	VU	III	
	Moraceae	<i>Clarisia biflora</i>	Mashonaste	Tsontei tiroki		x				NT			
	Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i>	Mashonaste	Tsontei tiroki, Pochariki		x				NT			
	Olacaceae	<i>Minquartia guianensis</i>	Huacapú	Kapotiki		x				NT			
Sapotaceae	<i>Manilkara bidentata</i>	Quinilla Roja	Kuisoriinchato		x				VU				
Mamíferos / Mammals	Atelidae	<i>Alouatta sara</i>	Mono aullador	Yaniri	x							II	
	Atelidae	<i>Ateles chamek</i>	Mono araña negro, maquisapa	Osheto	x			EN		EN		II	
	Cebidae	<i>Aotus nigriceps</i>	Mono nocturno cabecinegro	Pitoni	x							II	
	Cebidae	<i>Cebus albifrons</i>	Machín blanco	Koakoani	x							II	
	Cebidae	<i>Saguinus imperator</i>	Pichico emperador	Tsintsipoti	x							II	
	Cebidae	<i>Saimiri boliviensis</i>	Frailecillo	Tsigeri	x							II	
	Cebidae	<i>Sapajus apella</i>	Machín negro	Koshiri	x							II	
	Dasyproctidae	<i>Priodontes maximus</i>	Armadillo gigante	Kinteroni	x			VU		VU		I	
	Dinomyidae	<i>Dinomys branickii</i>	Pacarana	Shatoni	x			VU		VU			
	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote, tigrillo	Manitianiki	x							I	
	Felidae	<i>Panthera onca</i>	Otorongo	Matsonori	x			NT		NT		I	
	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	Margay	Manitipotsnari						NT		I	
	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	Potsonari				NT				II	
	Mustelidae	<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria	Parari	x					NT		I	
	Myrmecophagidae	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Oso hormiguero	Shiani	x			VU		VU		II	
	Pitheciidae	<i>Callicebus</i> sp.	Tocón	Togari	x							II	
Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir	Kemari	x			NT		VU		II		
Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	Shintori	x							II		

Componentes de la biodiversidad / Biodiversity Components					Servicio de provisión / Provision Service			Categoría de conservación y endemismos / Conservation and Endemism Categories					
Grupo / Group	Familia / Family	Especie / Species	Nombre local / Local Name	Nombre Machiguenga / Machiguenga Name	Alimento (proteínas) / Food (protein)	Maderable (banco de semillas) / Timber (Seed Bank)	Material de construcción / Building material	D.S. Nº 004-2014-MINAGRI (fauna)	D.S. Nº 043-2006-AG (flora)	IUCN 2015	CITES 2015	Endemismo / Endemism (Leon et al., 2006)	Bioma (Stoltz et al., 1996)
Aves Birds	Capitonidae	<i>Capito auratus</i>	Barbudo brillante		x					LC			
	Capitonidae	<i>Eubucco richardsoni</i>	Barbudo de garganta limón		x					LC			
	Columbidae	<i>Leptotila rufaxilla</i>	Paloma de frente gris	Consaro	x					LC			
	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma de puntas blancas	Consaro	x					LC			
	Columbidae	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma plomiza	Sambati	x					LC			
	Columbidae	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma rojiza		x					VU			
	Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca violácea	Taoti	x					LC			
	Cracidae	<i>Mitu tuberosum</i>	Paujil común	Paujil	x			NT		LC	I		
	Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca jaspeada	Manacaraco	x					LC			
	Cracidae	<i>Penelope jacquacu</i>	Pava de spix	Pucacunga	x					LC			
	Cracidae	<i>Pipile cumanensis</i>	Pava de garganta azul	Kanari	x			NT		VU			
	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Cacique de lomo amarillo	Tsoti	x					LC			
	Icteridae	<i>Cacicus oseryi</i>	Oropéndola de casquete	Macuicho	x					LC			
	Icteridae	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola de dorso bermejo	Bocholocho	x					LC			
	Icteridae	<i>Psarocolius bifasciatus</i>	Oropéndola olivácea	Parompe	x					LC			
	Odontophoridae	<i>Odontophorus stellatus</i>	Codorniz estrellada		x					LC			
	Parulidae	<i>Myiothlypis fulvicauda</i>	Reinita de lomo anteadado	Potsitari	x					LC			
	Picidae	<i>Campephilus melanoleucos</i>	Carpintero de cresta roja	Concari	x					LC			
	Picidae	<i>Campephilus rubricollis</i>	Carpintero de cuello rojo	Concari	x					LC			
	Picidae	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero de penacho amarillo	Kiriyati	x					LC			
	Psittacidae	<i>Amazona farinosa</i>	Loro harinoso	Kintaro	x					LC	II		
	Psittacidae	<i>Amazona ochrocephala</i>	Loro de corona amarilla	Eroti	x					LC	II		
	Psittacidae	<i>Ara ararauna</i>	Guacamayo azul y amarillo	Kimaru	x					LC	II		
	Psittacidae	<i>Ara chloropterus</i>	Guacamayo rojo y verde	Kimaru	x			NT		LC	II		
	Psittacidae	<i>Ara macao</i>	Guacamayo escarlata	Kirahari	x			NT		LC	I		
	Psittacidae	<i>Ara severus</i>	Guacamayo de frente castaña	Sabeto	x					LC	II		
	Psittacidae	<i>Aratinga weddellii</i>	Cotorra de cabeza oscura	Pareto	x					LC	II		
	Psittacidae	<i>Brotogeris cyanopectera</i>	Perico de ala cobalto		x					LC	II		
	Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>	Loro de cabeza azul	Chorito	x					LC	II		
	Psittacidae	<i>Psittacara leucophthalma</i>	Cotorra de ojo blanco	Pareto	x					LC	II		

Componentes de la biodiversidad / Biodiversity Components					Servicio de provisión / Provision Service			Categoría de conservación y endemismos / Conservation and Endemism Categories					
Grupo / Group	Familia / Family	Especie / Species	Nombre local / Local Name	Nombre Machiguenga / Machiguenga Name	Alimento (proteínas) / Food (Protein)	Maderable (banco de semillas) / Timber (Seed Bank)	Material de construcción / Building material	D.S. Nº 004-2014-MINAGRI (fauna)	D.S. Nº 043-2006-AG (flora)	IUCN 2015	CITES 2015	Endemismo / Endemism (León et al., 2006)	Bioma (Stoltz et al., 1996)
Aves / Birds	Psophiidae	<i>Psophia leucoptera</i>	Trompetero de ala blanca	Tchakami	x					LC			AMS
	Ramphastidae	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Tucancillo esmeralda	Pishiti	x					LC			
	Ramphastidae	<i>Pteroglossus azara</i>	Arasari de pico marfil		x					LC			
	Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	Arasari de oreja castaña		x					LC			
	Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán de garganta blanca	Opempe	x					LC	II		
	Ramphastidae	<i>Ramphastos vitellinus</i>	Tucán de pico acanalado		x					LC	II		
	Ramphastidae	<i>Selenidera reinwardtii</i>	Tucancillo de collar dorado		x					LC			
	Tinamidae	<i>Crypturellus cinereus</i>	Perdiz cinérea		x					LC			
	Tinamidae	<i>Crypturellus soui</i>	Perdiz chica	Shirinti	x					LC			
	Tinamidae	<i>Crypturellus strigulosus</i>	Perdiz brasileña		x					LC			AMS
	Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	Perdiz grande	Yoncoro	x					NT			
	Tinamidae	<i>Tinamus tao</i>	Perdiz gris	Kentsori	x					VU			
	Trogonidae	<i>Trogon collaris</i>	Trogón acollarado	Compero	x					LC			
	Trogonidae	<i>Trogon curucui</i>	Trogón de corona azul	Compero	x					LC			
	Trogonidae	<i>Trogon melanurus</i>	Trogón de cola negra	Compero	x					LC			
Trogonidae	<i>Trogon viridis</i>	Trogón de dorso verde	Compero	x					LC				
Reptiles	Testudinidae	<i>Chelonoidis denticulata</i>	Tortuga motelo		x					VU	II		

EN: en peligro, VU: vulnerable, NT: casi amenazada, LC: de preocupación menor; II: Apéndice II de la CITES, III: Apéndice III de la CITES; AMS: Amazonía Sur.

EN: Endangered, VU: Vulnerable, NT: Near Threatened, LC: Least Concern; II: Appendix II of CITES, III: Appendix III of CITES; AMS: Southern Amazon

Cuadro 3. Especies de peces registrados en la RCM y su potencial alimenticio basado en información de áreas cercanas en el Bajo Urubamba.

Table 3. Fish Species Recorded in the RCM and Its Food Potential Based on Information of Near Areas in the Lower Urubamba

Orden / Order	Especie / Species	Nombre común / Common Name	Tipo de uso / Type of use	
			Consumo de subsistencia / Subsistence Consumption	Con Potencial ornamental / Ornament Potential
Siluriformes	<i>Ancistrus sp.</i>	Carachama	x	x
Perciformes	<i>Bujurquina sp. 1</i>	Bujurqui	x	x
Perciformes	<i>Bujurquina sp. 2</i>	Bujurqui	x	x
Siluriformes	<i>Chaetostoma lineopunctatum</i>	Carachama	x	x
Characiformes	<i>Steindachnerina guentheri</i>	Chio Chio	x	x

Fuente: Torres [2010]; Repsol Exploración Perú [documento en preparación]

Source: Torres [2010]; Repsol Exploration Peru [in press]

Servicios de apoyo

La presencia del bosque en la RCM garantiza la fuente de servicios ecosistémicos de apoyo como el ciclo de nutrientes, ciclo del agua y producción primaria. También es conveniente considerar a los hábitats, dada su calidad, como fuente generadora de otros servicios tangibles, tanto para las comunidades locales, como para los gestores y administradores de la RCM. Tales actores clave indican que la calidad del hábitat es un servicio que ellos consideran en los planes y programas de gestión ambiental de esta ANP.

Cabe indicar que la calidad del hábitat se refiere a la habilidad del ecosistema para proveer condiciones apropiadas para los individuos y la subsistencia de sus poblaciones [Hall *et al.*, 1997]. A propósito de ello, se puede afirmar que la RCM cuenta con una apropiada calidad de hábitats, lo cual es un factor fundamental para el mantenimiento de su alta diversidad biológica. Por ello es importante señalar que las actividades humanas, que si bien son escasas, podrían contribuir al deterioro de la calidad de los hábitats.

Asimismo, es importante tener en cuenta que la percepción creciente de las comunidades acerca de la RCM es que ésta es un lugar para conservar recursos y servicios para el mañana. Por otro lado, para los gestores, el peligro de actividades no compatibles con la naturaleza de la RCM es permanente, y por ello su estado de alerta debe ser constante [Cuadro 5].

Con el fin de conocer la calidad de los hábitats y el grado de degradación del área de estudio se realizó un modelamiento con el programa InVEST - Valoración integrada de servicios ecosistémicos y compensaciones ambientales [Sharp *et al.*, 2016] (Figuras 5 y 6). Este programa requiere información sobre unidades de vegetación y ríos [diferentes tipos de hábitats naturales o clases], sensibilidad [véase capítulo de Sensibilidad biológica], zonificación de la RCM de acuerdo con el Plan Maestro [SERNANP, 2012] y las potenciales amenazas de áreas de cultivos, pesca y caza [con base en el uso actual de la tierra]. Los resultados indican que el 99,99 % de área evaluada tiene la condición de hábitat natural, y que tan sólo el 0,01 % representa una superficie atribuida a viviendas rústicas y terrenos agrícolas de uso muy esporádico

Support Services

The presence of forests in the RCM guarantees a source of support ecosystem services such as the nutrient or water cycles and primary production. In addition, it is also important to consider habitats, given their quality, as a source of other tangible services, both to local communities, as for managers of the RCM. Such stakeholders state that the habitat quality is a service they take into account for plans and programs for the environmental management of this ANP.

It is noted that habitat quality refers to the ecosystem ability to provide appropriate conditions for individuals and the subsistence of its populations [Hall et al., 1997]. Regarding the latter, we can state that the RCM has an appropriate habitats' quality, which is a fundamental factor for the maintenance of its high biological diversity. Likewise, it is important to note that human activities, although low, could also contribute to the deterioration of habitats' quality.

Moreover, it is also important taking into consideration that the growing awareness of communities about the RCM is that it is a place to conserve resources and services for tomorrow. On the other hand, for managers, the danger of activities not compatible with the nature of the RCM is permanent, thus their alertness must be continuous [Table 5].

In order to know the habitats' quality and the degradation degree of the study area, a modeling was created with the software InVEST - Integrated Assessment of Ecosystem Services and Environmental Compensation [Sharp et al., 2016] [Figures 5 & 6]. This software requires information on vegetation units and rivers [different types of natural habitats or classes], sensitivity [see the chapter "Biological Sensitivity"], the RCM zonification according to the Master Plan [SERNANP, 2012] and the potential threats to crop, fishing and hunting areas [based on current land use]. Results show that over 99.99 % of the area has a natural habitat condition, and only 0.01 % represents an area attributed to rustic dwellings and agricultural land with very sporadic use or seasonally conditioned use [due to the presence of some eventual invaders of the RCM]. With respect to habitat degradation, there is no or very little degradation, ≤ 0.02 [on a scale of 0 to 1], which means that threats to ecosystems and habitats, products of eventual settlers invasions, have not yet been significant to habitats' quality and the maintenance of the high biodiversity.

Cuadro 4. Identificación y priorización de los servicios ecosistémicos culturales que brinda la RCM

Table 4. Identification and prioritization of Cultural Ecosystem Services provided by the RCM

Clasificación de servicio <i>Service Classification</i>	Valor cultural de la RCM <i>Cultural Value of the RCM</i>	Tipo de valor cultural <i>Type of Cultural Value</i>	Actividad de las comunidades <i>Community Activities</i>	Importancia para las comunidades <i>Importance for the Communities</i>	Compatibilidad con la zonificación de la RCM <i>Compatibility with the RCM Zonification</i>
Cultural <i>Culturales</i>	Espiritual y religioso <i>Spiritual and religious</i>	Lugares sagrados <i>Sacred places</i>	Percibidas como lugares sagrados y míticos <i>Perceived as sacred and mystical places</i>	B	S, AD, HC, ZA
	Recreación <i>Recreation</i>	Ecoturismo <i>Ecotourism</i>	Potencial actividad para comunidades <i>Potential activity for communities</i>	C	S, AD, HC, ZA
	Valor étnico <i>Ethnic values</i>	Importancia para la vida de la comunidad <i>Importance for the community life</i>	Percibida como fuente de beneficios para el estilo de vida <i>Perceived as a source of benefits for lifestyle</i>	B	S, AD, HC, ZA

A: Prioridad o importancia alta, B: Prioridad o importancia moderada, C: Sin prioridad o importancia relevante. Zonificación de la Reserva Comunal Machiguenga [SERNANP, 2012]; S: Zona Silvestre, AD: Zona de Aprovechamiento Directo, HC: Zona Histórico Cultural, ZA: Zona de Amortiguamiento

A: High priority or importance, B: Moderate priority or importance, C: Without priority nor relevant importance. Machiguenga Communal Reserve Zonification [SERNANP, 2012] S: Wild Zone, AD: Direct Exploitation Zone, HC: Historical Cultural Area, ZA: Buffer Zone

o condicionado por la estacionalidad (debido a la presencia de algunos eventuales invasores de la RCM). Con relación a la degradación del hábitat, existe nula o muy poca degradación, $\leq 0,02$ (en una escala de 0 a 1), lo cual significa que las amenazas hacia los ecosistemas y hábitats, productos de las invasiones de colonos eventuales, no han sido significativas sobre la calidad del hábitat y el mantenimiento de la alta biodiversidad.

Servicios de regulación

En la RCM existen también múltiples servicios que regulan el ambiente a diferentes escalas (cuadro 6). Uno de ellos es la regulación del clima vía el almacenamiento de carbono. En los bosques tropicales amazónicos se concentra la mayor biomasa y por ende la mayor reserva de carbono terrestre [Alegre et al., 2003]. El conocimiento de las reservas de carbono de los bosques en el área de estudio, es una información prioritaria para su adecuada gestión.

Regulatory Services

There are also many services that regulate the environment at different scales in the RCM (Table 6). One of them is the regulation of climate via the carbon storage. Tropical Amazon Forests concentrate the greatest biomass, hence the greatest carbon reserves [Alegre et al., 2003]. Knowledge of the carbon stock of the forests in the study area, is a prior information for its proper management.

In order to know the aerial carbon stock in the study area, we used flora assessments and measurements, and applied the allometric equations of Chave et al. [2005]. The obtained results project that the study area (19,995.15 ha) presents a carbon reserve (from the aerial biomass of the forests) equivalent to 2,341,811.88 Mg C ha⁻¹ [tons of carbon]. The analysis by vegetation units shows that Foothill Dense Forests (43.33 % of the stock) and Premontane Dense Forest (27.18 %) have the highest carbon stocks, due to the fact

Con el fin de conocer las reservas de carbono aéreo en el área de estudio, se utilizaron las evaluaciones y mediciones de la vegetación y la aplicación de ecuaciones alométricas de Chave *et al.*, (2005). Los resultados proyectan que el área de estudio (19 995 ha) presenta una reserva de carbono (proveniente de la biomasa aérea de los bosques) equivalente a 2 341 811,88 Mg C ha⁻¹ (toneladas de carbono). Un análisis por unidades de vegetación muestra que los bosques densos de pie de monte (43,33 % de reserva) y premontanos (27,18 %) presentan las mayores reservas de carbono, debido a que en conjunto suman un 70,52 % del stock almacenado en el 45,19 % de superficie evaluada. Mientras que el bosque semidenso (16,25 %) y bosque ralo con pacal (13,24 %) presentan menores reservas, a pesar que estos dos últimos ocupan aproximadamente el 54,45 % del área. (Figura 7). Estos datos resaltan la importancia de los bosques, sin presencia del bambú amazónico (*Guadua* spp.) como reservas de carbono en la RCM.

Discusión y conclusiones

Los pobladores expertos de las comunidades son conscientes que los servicios de aprovisionamiento del bosque y de los ríos son importantes para el bienestar de las poblaciones Machiguenga, Yine, Caquinte y Ashaninka. Los actores clave y gestores, por su parte, hacen hincapié en la importancia de los servicios ecosistémicos como los de apoyo y regulación, como elementos a ser incorporados en los programas y planes de gestión de esta ANP, así como indicadores de calidad y diagnóstico de los ecosistemas para el mantenimiento de la biodiversidad.

Los servicios de aprovisionamiento prioritarios y compatibles con la zonificación de la RCM (SERNANP, 2012) son los alimentos (proteínas), producto de caza y pesca; además del potencial forestal, debido a que los bosques representan un centro de germoplasma de especies de árboles maderables (Figura 8). Los servicios de calidad del hábitat (sustento de la biodiversidad) y la regulación del clima a través del mantenimiento de las reservas de carbono son buenos indicadores diagnósticos, para los actores clave, en la gestión del ANP.

*that together they account for 70.52 % of stock stored in the 45.19 % of the assessed area. While the Semidense Forest (16.25 %) and the Bamboo-dominated Sparse Forest (13.24 %) have lower stocks, despite these two occupy about 54.45 % of the area (Figure 7). These data highlight the importance of forests, without Amazonian Bamboo (*Guadua* spp.), as carbon stocks in the RCM.*

Discussion and Conclusion

Expert inhabitants of the communities are aware that provision services from forests and rivers are important to the welfare of the Machiguenga, Yine, Caquinte and Ashaninka populations. Likewise, stakeholders and managers emphasize the importance of services, such as those of support and regulation, as elements to be incorporated in management programs and plans of this ANP, as well as indicators of quality and diagnosis of ecosystems for the maintenance of biodiversity.

The services that are prior and compatible with the RCM zonification (SERNANP, 2012) are food (protein), which is a product of hunting and fishing; and forestry potential, because forests represent a germplasm bank for timber tree species (Figure 8). The services of habitat quality (sustenance of the biodiversity) and seeds and germplasm bank. Services of habitat quality (maintenance of biodiversity) and climate regulation, through the maintenance of carbon stocks, are good diagnostic indicators, for the stakeholders, for the ANP management.

With regards to the provision services, food obtained by hunting are a priority for communities. Biodiversity related to this services is composed of 18 species of mammals, 46 species of birds and 1 species of reptile, all of the recorded in the study area and which are also categorized as threatened or endemic. Due to the mentioned characteristics, those species are regarded as Valuable Components of the Ecosystem (CVE). Apart from them, the species of fish with potential distribution in the RCM should be also taken into consideration.

Figura 5. Calidad de los hábitats en el área de estudio de la RCM, modelado mediante el programa InVEST

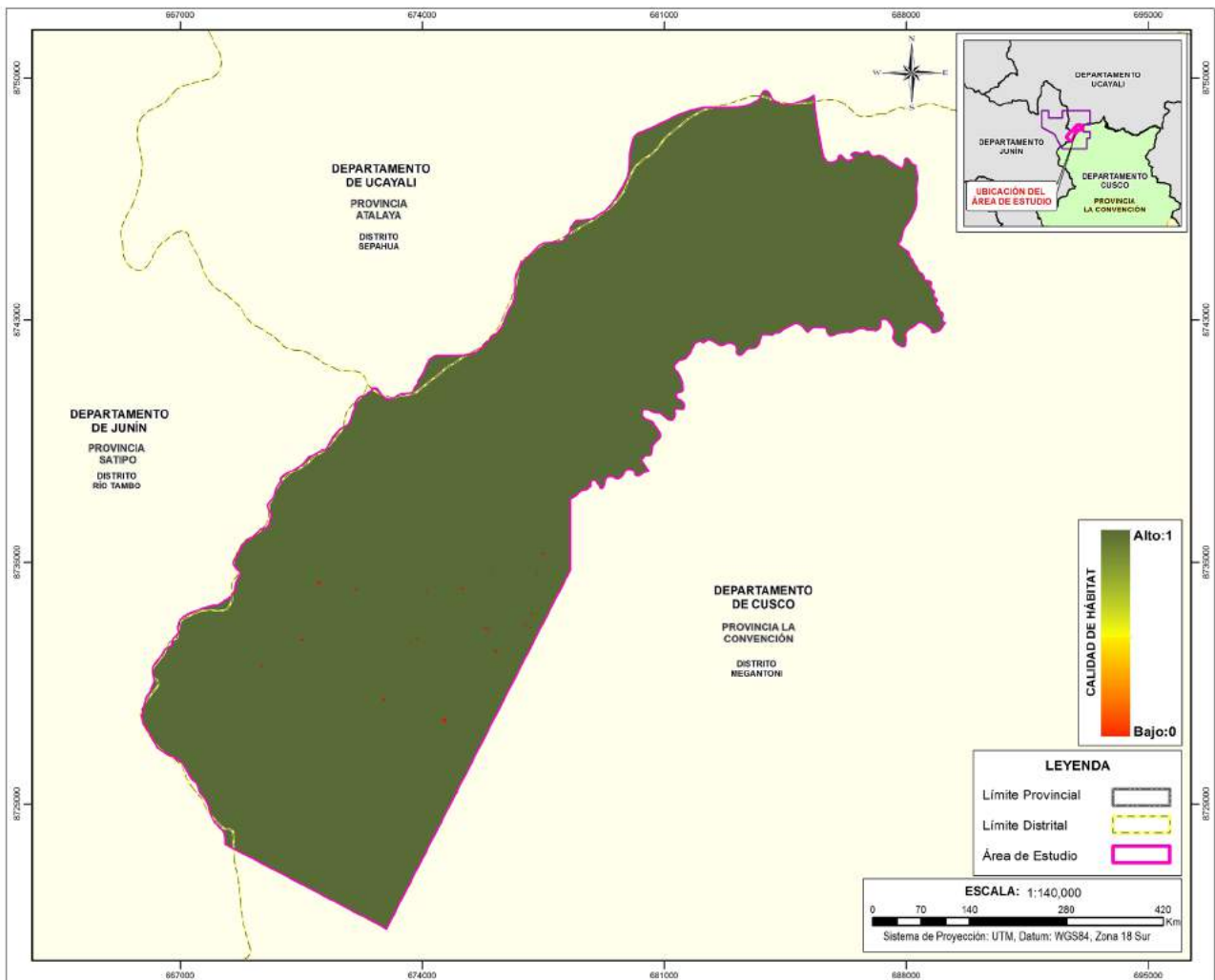


Figure 5. Habitat Quality in the RCM Study Area, Modelled with the Software InVEST

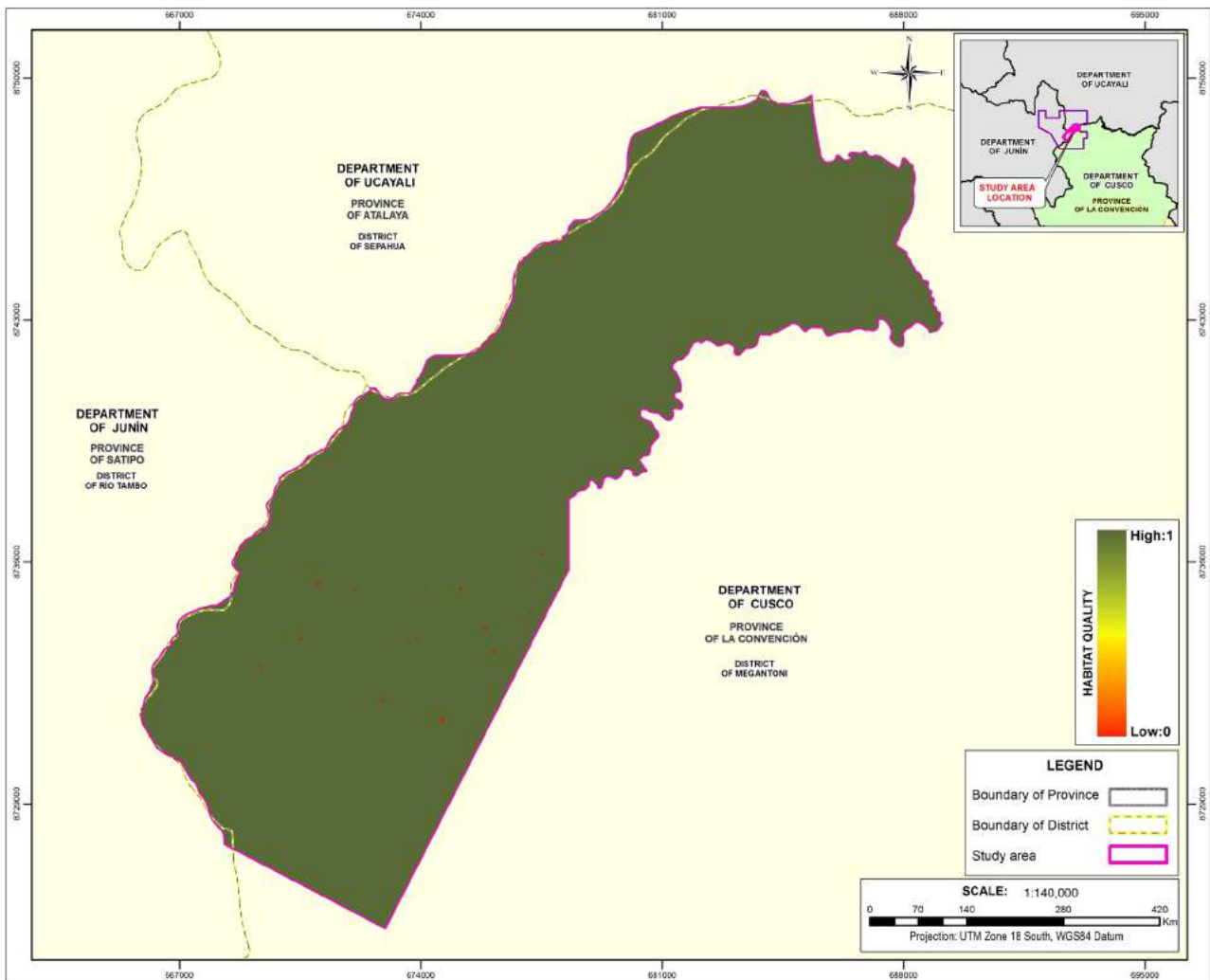


Figura 6. Degradación de los hábitats en el área de estudio de la RCM, modelado mediante el programa InVEST

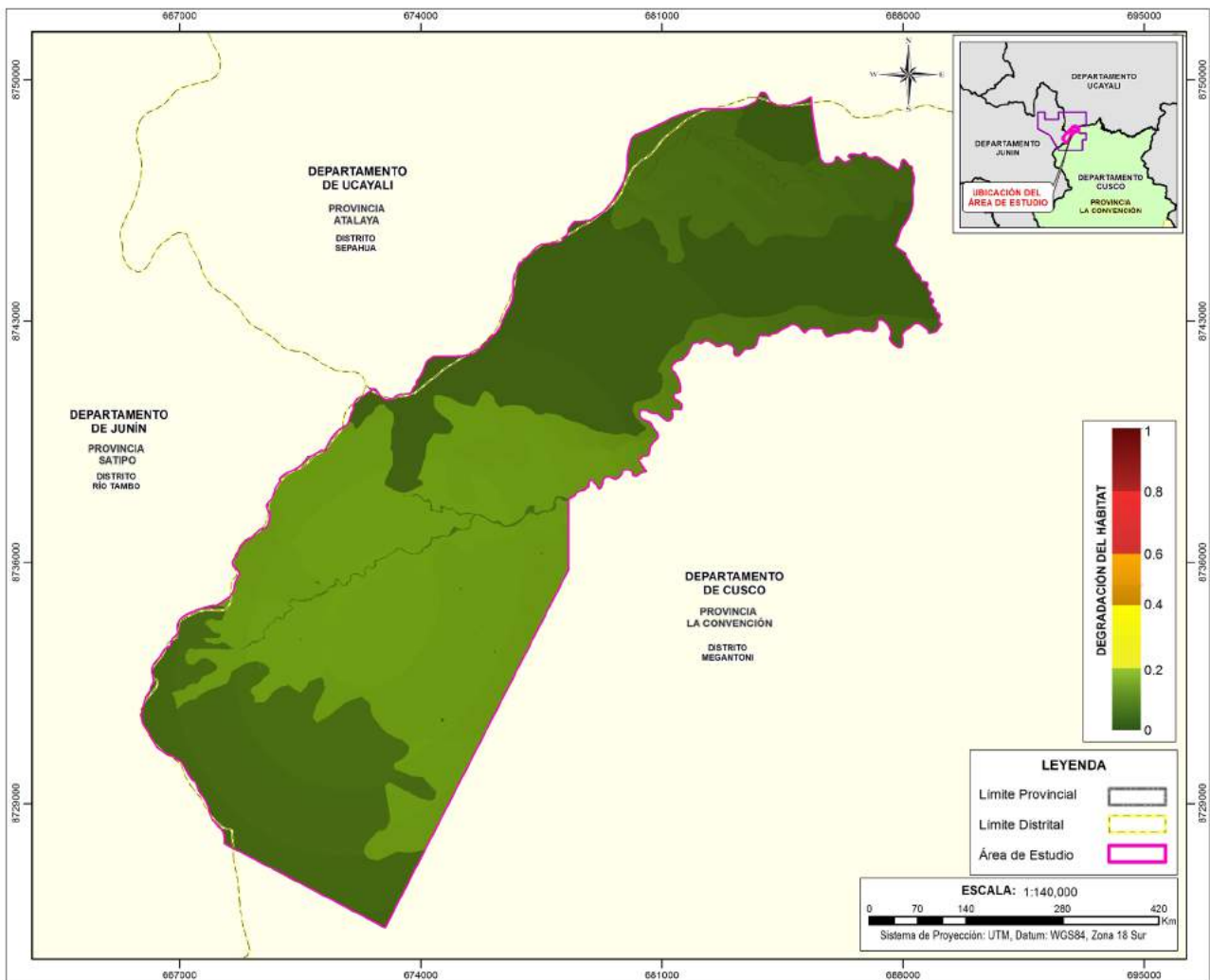
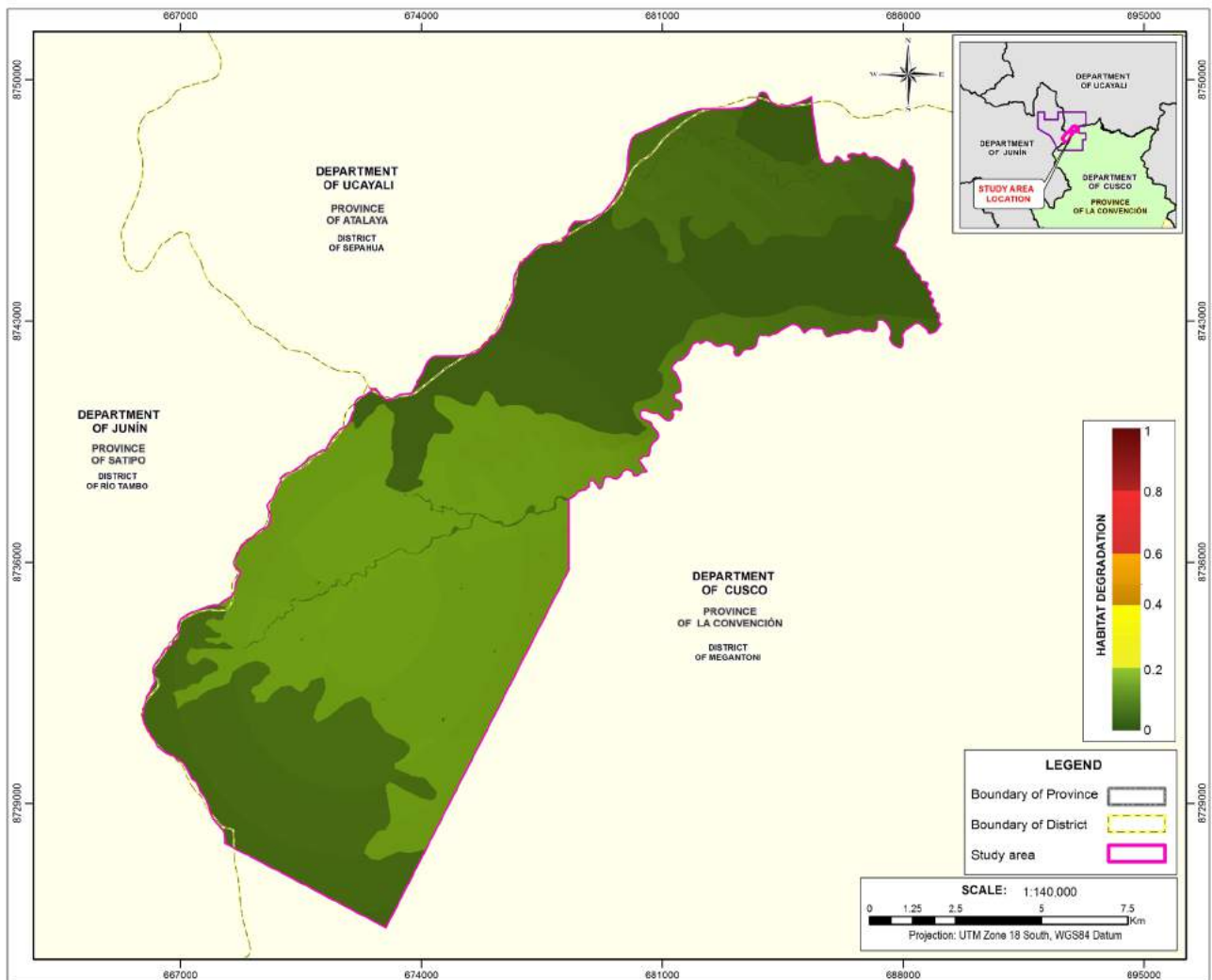


Figure 6. Habitat Degradation in the RCM Study Area, Modelled with the Software InVEST



En cuanto a los servicios de aprovisionamiento, los alimentos obtenidos por la caza son prioritarios para las comunidades. La biodiversidad relacionada con este servicio se compone de 18 especies de mamíferos, 46 especies de aves y 1 especie de reptil, todas registradas en el área de estudio y que además se encuentran amenazadas o son endémicas. Debido a estas características, las especies mencionadas son consideradas como componentes valiosos del ecosistema [CVE]. Aparte de ellas, también deben considerarse las especies de peces alimenticios con distribución potencial en la RCM.

En el caso de las 15 especies de plantas como CVE, los servicios de aprovisionamiento prioritarios están relacionados con el potencial maderable y material de construcción [sobre todo las palmeras]. Respecto a los árboles, las comunidades los perciben como valiosos y consideran que la provisión de semillas servirá para futuras acciones de reforestación, es su denominado banco natural. En cuanto a las palmeras, las hojas y estípites son las estructuras fundamentales para la construcción de sus viviendas [techos por ejemplo].

El punto de interés sobre estos componentes valiosos del ecosistema [CVE] es el vínculo entre la biodiversidad y la conservación con los servicios fundamentales para el mantenimiento del bienestar de las comunidades.

Por otro lado, sobre los servicios como indicadores diagnósticos, la calidad de hábitat en la RCM actualmente es alta, toda vez que más del 99 % de la superficie evaluada se conforma de hábitats naturales. Las amenazas observadas son los invasores esporádicos que construyen viviendas rústicas y realizan actividades de supervivencia [cultivos, caza y pesca], estacionales y asociadas a los márgenes del río Sensa y al bosque semidenso [en el área de estudio]. En el Plan Maestro [SERNANP, 2012] se indica que la mayor intervención de uso de la fauna y flora silvestre se produce en la zona de amortiguamiento de la RCM, y que, a la fecha, estarían ampliándose algunas zonas de caza al interior de la RCM, debido al incremento de la población, la alteración de los hábitats y al aumento de la presión de caza. Por tanto, estos datos también constituyen alertas tempranas en la gestión del área de estudio y en el mantenimiento de la biodiversidad y de la calidad del ambiente.

In the case of the 15 plant species regarded as CVE, prior provision services are related to timber potential and construction material [especially palm trees]. Regarding trees, communities perceive them as valuable and think that the provision of seeds will be useful for future reforestation actions; it is their so-called natural bank. As for the palm trees, leaves and stipes are the fundamental structures for building their houses [roofs for example].

The interest point about these Valuable Components of the Ecosystem [CVE] is that link biodiversity and conservation with fundamental services for the maintenance of the communities' welfare.

On the other hand, about the services as diagnostic indicators, habitat quality in the RCM is currently high, since more than 99 % of the assessed area is conformed of natural habitats. The threats observed are sporadic invaders who build rustic dwellings and perform seasonal survival activities [crops, hunting and fishing] associated with the banks of the Sensa River and the Semidense Forest [in the study area]. The Master Plan [SERNANP, 2012], states that the greatest intervention of wild fauna and flora occurs in the Buffer Zone of the RCM and, up to date, some hunting areas within the RCM seems to be expanding, due to population increase, habitat degradation, and increased hunting pressure. Therefore, these data are early warnings for the management of the study area and for the maintenance of biodiversity and the environment quality.

With regard to carbon stock, regarded as another diagnostic indicator, thanks to biodiversity assessments, the obtained values were 188.82 Mg C ha⁻¹ [tons per hectare] in the Foothill Dense Forests and 173.82 Mg C ha⁻¹ in the Premontane Dense Forests. According to the study of the "High Resolution Carbon Geography of Peru" [Carnegie Institution & MINAM, 2014], only the Low and Submontane Forests of the Amazon, below 1000 m.a.s.l., have carbon reserves above 125 Mg C ha⁻¹ and, in addition, they only represent the 10 % of the forests in Perú. Therefore, the values reported for the Dense Forests of the RCM are equivalent to those of the forests with the highest carbon reserves in the country, hence their importance to be taken into account by stakeholders in the management of this pristine place.

Cuadro 5. Identificación y priorización de los servicios ecosistémicos de apoyo que brinda la RCM

Table 5. Identification and Prioritization of Support Ecosystem Services Provided by the RCM

Clasificación del servicio <i>Service Classification</i>	Apoyo a la RCM <i>RCM Support</i>	Tipo de apoyo <i>Type of support</i>	Actividad de actores clave <i>Stakeholders activities</i>	Importancia para los actores clave <i>Importance for stakeholders</i>	Compatibilidad con la zonificación de la RCM <i>Compatibility with the RCM Zonification</i>
Apoyo <i>Support</i>	Calidad de hábitat <i>Habitat quality</i>	Mantenimiento de alta biodiversidad <i>Maintenance of high biodiversity</i>	Gestión ambiental <i>Environmental Management</i>	A	PE, S, AD, HC, ZA
	Riesgos de hábitat <i>Habitat risks</i>	Riesgos de exposición de actividades humanas sobre el hábitat <i>Risks exposure of human activities on the habitat</i>	Gestión ambiental <i>Environmental Management</i>	A	PE, S, AD, HC, ZA
	Ciclo de nutrientes <i>Nutrients cycle</i>	Descomposición de materia orgánica para fertilidad del suelo <i>Decomposition of organic matter for soil fertility</i>	Gestión ambiental <i>Environment Management</i>	B	PE, S, AD, HC, ZA
	Ciclo del agua <i>Water cycle</i>	Intercambio de agua entre el medio físicos y biológico para el equilibrio del sistema <i>Water Exchange between the physical and biological environment to balance the system</i>	Gestión ambiental <i>Environmental Management</i>	B	PE, S, AD, HC, ZA
	Producción primaria <i>Primary production</i>	Las plantas como base de la cadena trófica <i>Plants as base of the food chain</i>	Gestión ambiental <i>Environmental Management</i>	B	PE, S, AD, HC, ZA

A: Prioridad o importancia alta, B: Prioridad o importancia moderada. Zonificación de la Reserva Comunal Machiguenga (SERNANP, 2012); PE: Zona de Protección Estricta, S: Zona Silvestre, AD: Zona de Aprovechamiento Directo, HC: Zona Histórico Cultural, ZA: Zona de Amortiguamiento

A: High priority or importance, B: Moderate priority or importance. Machiguenga Communal Reserve Zonification (SERNANP, 2012); PE: Strict Protection Zone, S: Wild Zone, AD: Direct Exploitation Area, HC: Historical Cultural Area, ZA: Buffer Zone

Cuadro 6. Identificación y priorización de los servicios ecosistémicos regulación que brinda la RCM

Table 6. Identification and Prioritization of Regulatory Ecosystem Services Provided by the RCM

Clasificación del servicio <i>Service Classification</i>	Tipo de regulación <i>Type of Regulation</i>	Mecanismo de regulación <i>Mechanism of Regulation</i>	Actividad de actores clave <i>Stakeholders' Activities</i>	Importancia para actores clave <i>Importance for Stakeholders</i>	Compatibilidad con la zonificación de la RCM <i>Compatibility with the RCM Zonification</i>
Regulación <i>Regulation</i>	Regulación del aire <i>Air regulation</i>	Extracción y emisión de compuestos <i>Extraction and emission of compounds</i>	Gestión ambiental <i>Environmental management</i>	C	PE, S, AD, HC, ZA
	Regulación del clima <i>Climate regulation</i>	Stock y captura de carbono por bosques <i>Carbon stock and sequestration by forests</i>	Gestión ambiental <i>Environmental management</i>	A	PE, S, AD, HC, ZA
	Regulación del agua <i>Water regulation</i>	Programación y escurrimiento del agua (para producción de energía hidráulica) <i>Programming and runoff water (for hydropower production)</i>	Gestión ambiental <i>Environmental management</i>	B	PE, S, AD, HC, ZA
	Regulación de Erosión <i>Erosion regulation</i>	Red de cobertura vegetación para retención del suelo <i>Network of vegetation cover for soil retention</i>	Gestión ambiental <i>Environmental management</i>	B	PE, S, AD, HC, ZA
	Retención de sedimentos <i>Sediment retention</i>	Control y transporte de sedimentos <i>Control and transport of sediments</i>	Gestión ambiental <i>Environmental management</i>	C	PE, S, AD, HC, ZA
	Purificación de agua <i>Water purification</i>	Filtración del agua <i>Water filtration</i>	Gestión ambiental <i>Environmental management</i>	C	PE, S, AD, HC, ZA
	Asimilación de desechos <i>Waste assimilation</i>	Descomposición de desechos orgánicos <i>Decomposition of organic waste</i>	Gestión ambiental <i>Environmental management</i>	C	PE, S, AD, HC, ZA
	Control de plagas y enfermedades <i>Control of pests and diseases</i>	Incidencia y abundancia de patógenos y agentes de enfermedades <i>Incidence and abundance of pathogens and diseases</i>	Gestión ambiental <i>Environmental management</i>	C	PE, S, AD, HC, ZA
	Polinización <i>Pollination</i>	Transferencia de polen en cultivos <i>Pollen transfer in crops</i>	Gestión ambiental <i>Environmental management</i>	C	ZA (con planes de manejo)
	Control de peligros naturales <i>Control of natural hazards</i>	Capacidad de reducir los daños por desastres naturales <i>Ability to reduce damage from natural disasters</i>	Gestión ambiental <i>Environmental management</i>	C	PE, S, AD, HC, ZA

A: Prioridad o importancia alta, B: Prioridad o importancia moderada, C: Prioridad baja. Zonificación de la Reserva Comunal Machiguenga (SERNANP, 2012); PE: Zona de Protección Estricta, S: Zona Silvestre, AD: Zona de Aprovechamiento Directo, HC: Zona Histórico Cultural, ZA: Zona de Amortiguamiento.

A: High priority or importance, B: Moderate priority or importance. C: Without priority nor relevant importance. Machiguenga Communal Reserve Zonification (SERNANP, 2012); PE: Strict Protection Zone, S: Wild Zone, AD: Direct Exploitation Area, HC: Historical Cultural Area, ZA: Buffer Zone

Figura 7. Mapa de carbono almacenado en la parte aérea de los bosques en la RCM

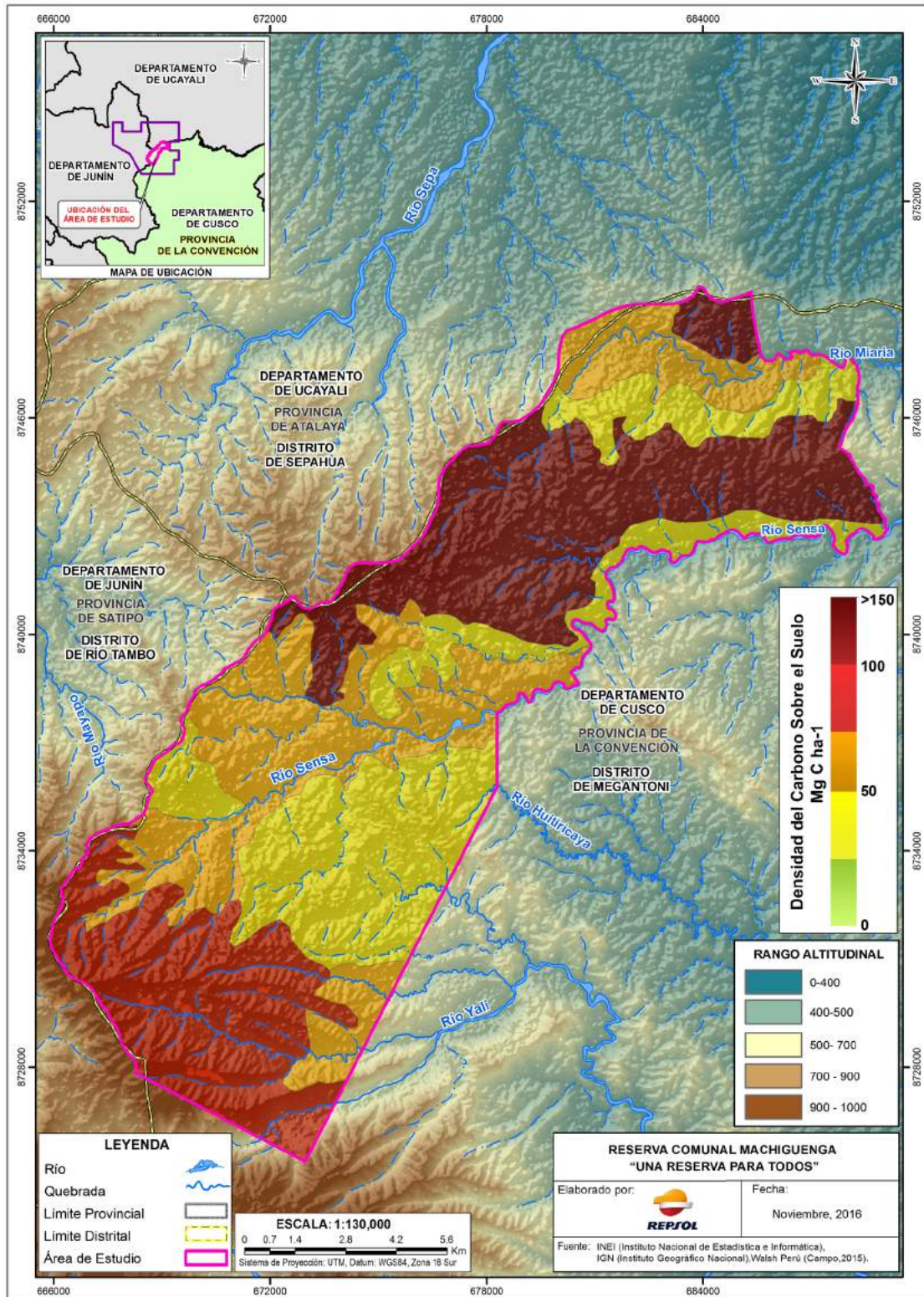
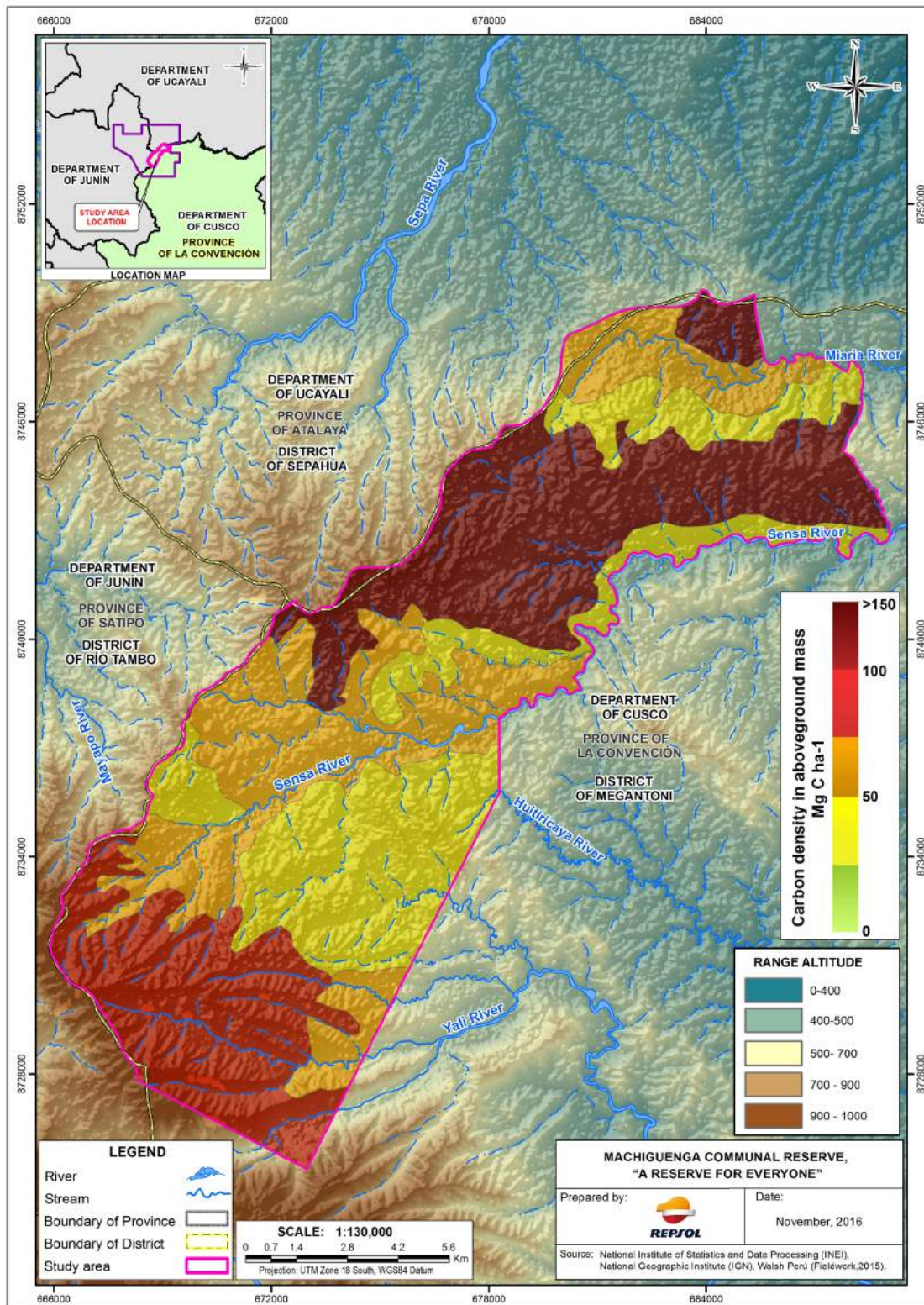


Figure 7. Map of Stored Carbon in the Aerial Zone of the Forests in the RCM



En lo que concierne a las reservas de carbono, que son consideradas como otro indicador diagnóstico, gracias a las evaluaciones de biodiversidad, se obtuvieron valores de 188,82 Mg C ha⁻¹ [toneladas por hectárea] en los bosques densos de pie de monte y 173,82 Mg C ha⁻¹ en los bosques densos premontanos. Según el estudio de la "Geografía del carbono en alta resolución del Perú" [Carnegie Institution & MINAM, 2014] sólo los bosques bajos y sub-montanos de la Amazonía por debajo de los 1000 m de altitud, presentan reservas de carbono superiores a los 125 Mg C ha⁻¹, y además representan sólo el 10 % de los bosques del Perú. Por lo tanto, los valores calculados para los bosques densos de la RCM son equivalentes a aquellos de los bosques del país con mayores reservas de carbono, y de ahí la importancia a ser considerada por los actores clave en la gestión de este prístino lugar.

Por otro lado, se debe mencionar que la RCM provee de otros servicios, como los culturales, que son importantes para las comunidades. No obstante, estos servicios requieren una investigación más profunda y a largo plazo, por lo que no han sido objeto del presente estudio.

Finalmente, el trabajo realizado ha permitido tener una visión integradora de la RCM, en la cual las comunidades y los actores clave empiezan a percibirla como un lugar donde la biodiversidad es alta y en la cual abundan los recursos. Por tanto, es necesario cuidarla y gestionarla adecuadamente, considerando que es una fuente de recursos y servicios tanto para el presente como para el futuro.

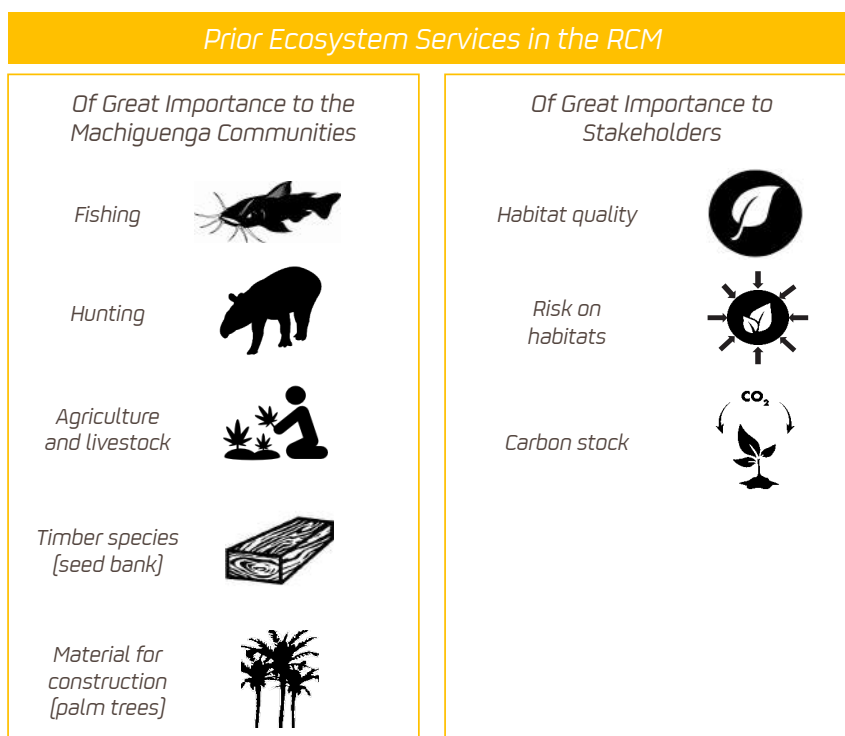
Besides, it must be mentioned that the RCM provide other services, such as the cultural ones, which are important for the communities. However, these services require a deeper and long-term research, so they were not matters for the present study.

Finally, the performed study has allowed us to obtain an integrative vision of the RCM, in which communities and stakeholders start to perceive it as a place where biodiversity is high and resources abound. Thus, it is necessary to take care and manage it properly, considering it is a source of resources and services, both for the present and for the future.

Figura 8. Servicios ecosistémicos prioritarios para las comunidades y actores clave de la RCM



Figure 8. Prior Ecosystem Services for the Communities and Stakeholders of the RCM



Referencias bibliográficas / References

- Alegre, J.; Arévalo, L. & Ricse, A. [2003]. Reservas de Carbono según el uso de la tierra en dos sitios de la Amazonia Peruana. En, Sánchez, M.D. & Rosales, M. [eds]. *Agroforestería para la producción animal en América Latina – II* (p. 111). Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Carnegie Institution & MINAM. [2014]. *La geografía del carbono en alta resolución del Perú*. Stanford, CA: Departamento de Ecología Global y Observatorio Aéreo Carnegie, Institución Carnegie para la Ciencia, Departamento de Biología, Universidad Wake Forest, Dirección General de Ordenamiento Territorial, Ministerio del Ambiente.
- Chave, J.; *et al*; [2005]. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145: 87-99.
- CITES. [2015]. *Apéndices I, II y III*. Recuperado de <https://www.cites.org/esp/app/appendices.php>.
- Cuya, O. [2016, octubre 20]. El concepto de Componente Valioso del Ecosistema [CVE] en los estudios de impacto ambiental. *Blog de Oscar Alejandro Cuya Matos*. Recuperado de, <http://blog.pucp.edu.pe/blog/alessandra/2010/02/01/el-concepto-de-componente-valioso-del-ecosistema-cve-en-los-estudios-de-impacto-ambiental/>
- Hall, L.S.; Krausman, P.R. & Morrison, M.L. [1997]. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society. Bulletin*. 25:173-182.
- IUCN. [2015]. *Red List of Threatened Species*. Recuperado de <http://iucnredlist.org/amazing-species>.
- IPIECA. [2011]. *Ecosystem services guidance: Biodiversity & ecosystem services guide and checklist*. The global oil and gas industry association for environmental and social issues. London: International Association for Oil & Gas Producers.
- León, B.; Roque, J.; Ulloa, C.; Pitman, N.; Jørgensen, P.M. & Cano, A. [eds.]. [2006]. EL Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 13[2].
- Millenium Ecosystem Assessment. [2005, febrero 22]. *Ecosystems and Human Well-Being, Synthesis*. Recuperado de, <http://www.unep.org/maweb/es/Index.aspx>
- Repsol Exploración Perú. [2011]. *Estudio de Impacto Ambiental [EIA] del proyecto de desarrollo del área sur del Campo Kinteroni Lote 57*. Lima, Perú: Repsol. [Elaborado por Walsh Perú S.A.].
- Repsol Exploración Perú. [2015]. *Estudio de Impacto Ambiental [EIA] para el proyecto de desarrollo del Campo Sagari-Lote 57*. Lima, Perú: Repsol. [Elaborado por Walsh Perú S.A.]
- SERNANP. [2012]. *Diagnóstico del Proceso de Elaboración del Plan Maestro 2009-2013*. Lima, Perú: SERNANP.
- SERNANP. [2016, abril 27]. *Machiguenga*. Lima: SERNANP. Recuperado de, <http://www.sernanp.gob.pe/machiguenga>
- Sharp, R.; *et al*; [2016]. *INVEST +VERSION+ User's Guide. The Natural Capital Project*. Stanford: University of Minnesota, The Nature Conservancy, and World Wildlife Fund.
- Stotz, D. F.; Parker, T. A. III; Fitzpatrick, J.W. & Moskovitz, D.F. [1996]. *Neotropical Birds: Ecology and Conservation*. Chicago & Londres, Inglaterra: The University of Chicago Press.
- Torres, L.F.; Armás, M.A. & Zapata, D.J. [2010]. *Análisis de percepciones sobre la reducción de la biomasa pesquera en la zona de influencia del proyecto Camisea*. Lima, Perú: DAR.
- World Resources Institute. [2008]. *Estudios sobre los servicios ecosistémicos corporativos. pautas para identificar riesgos y oportunidades de negocio que surgen a partir del cambio en el ecosistema, Versión 1.0*. Washington DC.: World Resources Institute.

Alitorcido rufo *Cnipodectes superrufus*. ►
Rufous Twistwing *Cnipodectes superrufus*.





A lush tropical forest with a small stream flowing through it. The stream is filled with water and surrounded by dense green foliage, including large palm leaves and other tropical plants. The scene is captured from a low angle, looking down the stream.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Physical Characteristics

Características físicas

Physical Characteristics

// Cinthya Zárate & Elber Pucuhuayla //

Ubicación y extensión

El área de estudio se localiza en el extremo norte del departamento del Cusco. En términos de geografía física, se encuentra en la zona subandina al este de la cordillera Otishi (o Vilcabamba), entre los cursos superiores de los ríos Miaría, Sensa, Huitiricaya y Yali (también conocido por los pobladores locales como Yori), los cuales son afluentes del río Urubamba. Por otro lado, en cuanto a geografía política, el área de estudio se encuentra en el distrito de Echarate, dentro de la provincia de La Convención y comprende un sector al noreste de la RCM¹, que ocupa un área de 19 995,2 ha.

Geología y geomorfología

La geología del área de estudio está conformada por rocas sedimentarias de los periodos neógeno (hace 5 millones de años aproximadamente) y cuaternario. Las formaciones rocosas que afloran en el área son, desde la más antigua a la más reciente: Chambira, Ipururo, Picha y depósitos aluviales-fluviales recientes.

Las formaciones y depósitos mencionados, todos de la era cenozoica, están constituidas por materiales transportados y acarreados que posteriormente se depositaron y consolidaron para formar un relieve de colinas y lomadas. Estos materiales se componen de grava (conglomerados), arena (areniscas) y arcilla (lutitas, lodolitas y limolitas) que son muy comunes en la selva por el tipo de transporte y deposición de estos materiales en los ríos meandriiformes², cuyos cauces cambian constantemente.

En el área se han identificado fallas y plegamientos locales que pertenecerían al anticlinal Huitiricaya – Camisea, el cual es una estructura de dirección andina (i.e., noroeste-sureste). Regionalmente se reconocen varios plegamientos en estas formaciones, que serían parte del alineamiento estructural regional Picha, característico de esta cuenca subandina.

Location and Area

The study area is located in the northern end of the Cusco Region. In terms of physical geography, it is situated in the sub-Andean area east of the Otishi [or Vilcabamba] mountain range, among the upper courses of the Miaría, Sensa, Huitiricaya and Yali [also known by the local people as Yori] rivers, which are tributaries of the Urubamba River. Besides, in terms of political geography, the study area is located in the district of Echarate, within the province of La Convención and comprises a site northeast of the RCM¹, which occupies an area of 19 995.2 ha.

Geology and Geomorphology

With regards to geology, the study area is composed of sedimentary rocks of both Neogene [about 5 million years ago] and Quaternary period. The rock formations outcropping in the area, from the oldest to the newest, are: Chambira, Ipururo, Picha and recent alluvial-fluvial deposits.

The rock formations and deposits previously mentioned, all of them from the Cenozoic era, are constituted of materials that were transported and carried, which have subsequently been deposited and consolidated to form a relief of mounds and hills. These materials are composed of gravel [conglomerates], sand [sandstone] and clay [shales, mudstones and siltstones], which are very common in the jungle, because of the transport and deposition of these materials in meandering rivers², whose courses are constantly changing.

In the study area, local faults and folds that would belong to the Huitiricaya-Camisea anticline, which is a structure of northwest-southeast Andean direction [i.e., northwest-southeast], have been identified. Regionally, several folds are recognized in these formations, which would be part of the Picha regional structural alignment that is typical of this sub-Andean basin.

Los ríos y quebradas son los principales medios de erosión, transporte y deposición de sedimentos.

Rivers and streams are the main means of erosion, transport and deposition of sediments.



Asimismo, el relieve está constituido esencialmente por planicies aluviales, colinas y lomadas, estas últimas afectadas por una densa red de pequeñas quebradas, las cuales en su mayoría no son notorias, debido a la densa cobertura arbórea. Con respecto a la dinámica del relieve, ésta se puede considerar de intensidad débil a moderada, porque la densa vegetación contrarresta el potencial erosivo de las lluvias en esta región, que es elevado, tomando en cuenta el carácter colinoso del relieve. Sin embargo, el transporte de sedimentos es considerable, sobre todo durante la temporada húmeda, en la cual se incrementa la fuerza con que las quebradas socavan sus lechos.

Clima, suelos e hidrología

La RCM presenta un clima tropical húmedo, característico de las tierras bajas de la Amazonía. Este clima se caracteriza por ser muy lluvioso, con precipitaciones totales anuales que sobrepasan los 2000 mm. La temporada húmeda se da entre los meses de noviembre y abril, mientras que la temporada seca se extiende desde junio hasta septiembre. El 80 % de las precipitaciones se producen durante la temporada húmeda; y el 20 %, durante el resto de los meses. Con respecto a la temperatura, ésta se mantiene más estable que la

In addition, the relief is essentially formed of alluvial plains, mounds and hills, the latter affected by a dense network of small streams, most of which are not noticeable, due to the dense tree cover. With regards to the relief dynamics, its intensity might be considered as weak to moderate, because the dense vegetation counteracts the erosive potential of the rainfall in this region, which is high, given the hilly nature of the relief. However, sediment transport is considerable, especially during the wet season, in which the power of the streams that undermine riverbeds increases.

Climate, Soil and Hydrology

The RCM has a humid tropical climate, typical of the Amazon lowlands. This climate is characterized for being highly rainy, with a total annual rainfall of over 2000 mm. The wet season occurs between November and April, whilst the dry season takes place from June to September. During the wet season, 80 % of the rainfall occurs and the other 20 % occurs during the remaining months. With regards to the temperature, it is more stable than precipitation, since the average is generally about 26 °C, the maximum value might be over 30 °C and the minimum is not lower than



precipitación, ya que generalmente el promedio es de aproximadamente 26 °C, el valor máximo puede sobrepasar los 30 °C, y el mínimo no baja de 19 °C. Cabe señalar que tanto la abundante precipitación y la alta temperatura favorecen la diversidad biológica y aceleran los procesos de formación de los suelos.

Con respecto a los suelos, estos han derivado de la meteorización de rocas sedimentarias del Cenozoico (*i.e.*, suelos residuales) o se han formado directamente sobre los materiales aluviales recientes (*i.e.*, suelos aluviales). De acuerdo con el sistema de clasificación Soil Taxonomy del USDA [Departamento de Agricultura de los Estados Unidos], en el área de estudio se han identificado 2 órdenes de suelos, los Entisols y los Inceptisols; ambos órdenes se caracterizan por su incipiente desarrollo edafogénico. Los Entisols suelen ser suelos de elevada acidez y baja fertilidad, mientras que los Inceptisols son suelos de baja acidez y baja fertilidad natural. Los Inceptisols ocupan el 70 % del área.

En cuanto a su vocación natural, los suelos en la RCM son aptos para cultivos en limpio, cultivos permanentes y producción forestal. Los suelos aptos solo para producción forestal ocupan el 76 % del área de estudio, mientras que el 22 % son aptos para cultivos permanentes y sólo un 2 % tienen vocación para cultivos en limpio [Figura 1]. En general, todos los suelos presentan una baja calidad agronómica, debido a su baja fertilidad natural.

El área de estudio está limitada por tramos de los cursos altos de los ríos Miría, Sensa, Huitiricaya y Yali; estos ríos son tributarios de segundo orden del río Urubamba y discurren en dirección general noroeste-sureste entre los relieves colinosos y forman valles estrechos. Se trata de cursos de gran sinuosidad, debido a la escasa pendiente media que presentan. Por lo mismo, son poco profundos, por lo que no son navegables; sin embargo, durante la temporada húmeda pueden ser surcados por embarcaciones motorizadas o balsas. Asimismo, estos ríos presentan una disponibilidad hídrica continua durante el año, aunque con variaciones significativas entre las temporadas húmeda y seca, como se puede apreciar en el cuadro siguiente.

19 °C. Note that both abundant rainfall and high temperature favor biodiversity and accelerate the processes of soil formation.

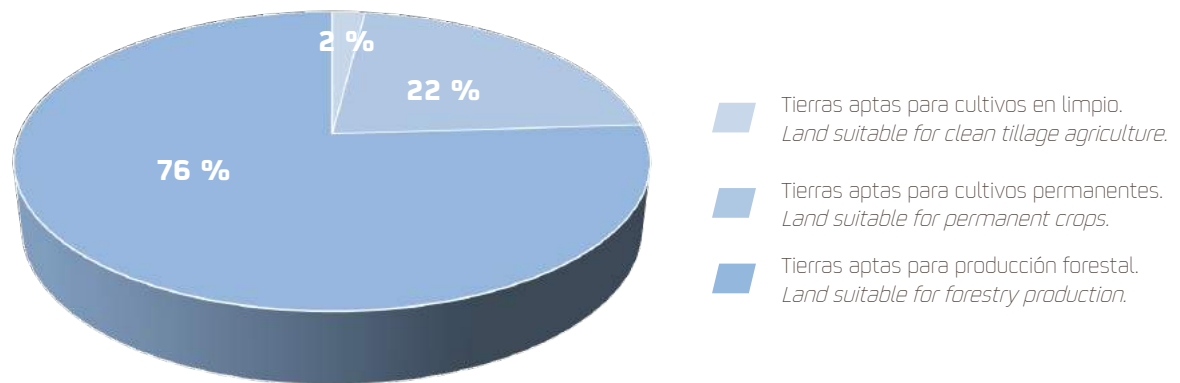
In respect of the soils, they have derived from the weathering of sedimentary rocks of the Cenozoic period (i.e., residual soils) or have formed directly on recent alluvial materials (i.e., alluvial soils). According to the Soil Taxonomy classification system of the USDA (United States Department of Agriculture), two soil orders have been identified in the study area which are the Entisols and the Inceptisols, both of them characterized by their incipient pedogenic development. Entisols usually have a high level of acidity and low fertility, whilst Inceptisols have a low level of acidity and low natural fertility. The Inceptisols occupy 70 % of the area.

Regarding their natural vocation, soils in the RCM show aptitude for clean tillage agriculture, permanent crops and forestry production. Soils suitable only for forestry production occupy 76 % of the study area, while 22 % are suitable for permanent crops and only 2 % are apt to clean tillage agriculture (Figure 1). In general, all soils have a low agronomic quality, due to their low natural fertility.

The study area is limited by sections of the upper courses of the Miría, Sensa, Huitiricaya and Yali rivers. These are second-order tributaries of the Urubamba River and run from northwest to southeast along the hilly reliefs and form narrow valleys. These rivers' courses have great sinuosity, because of their limited average slope. Therefore, they are shallow, thus not navigable; however, during the wet season they can be navigated by means of motorized boats or rafts. Moreover, these rivers have a continuous water availability throughout the year, with significant variations between the wet and dry seasons (Table 1).

- ◀ Los suelos provienen de la meteorización de rocas sedimentarias del Cenozoico o se han formado directamente sobre materiales aluviales recientes. Soils have derived from the weathering of sedimentary rocks of the Cenozoic period or have formed directly on recent alluvial materials.

Figura 1. Distribución de los suelos en el área de estudio de acuerdo con su aptitud natural
Figure 1. Distribution of soils in the study area according to their natural aptitude



¹ Reserva Comunal Machiguenga
² Ríos con un cauce sinuoso pronunciado

¹ *Machiguenga Communal Reserve*
² *Highly sinuous rivers*



▲ Los suelos en la RCM son aptos para cultivos en limpio, cultivos permanentes y producción forestal
Soils in the RCM show aptitude for clean tillage agriculture, permanent crops and forestry production.

Tabla 1. Variabilidad de los caudales medios mensuales en los ríos Sensa y Miaríá

Table 1. Variability of monthly average flows in Sensa and Miaríá rivers

AGUA SUPERFICIAL SURFACE WATER	ENE JAN	FEB	MAR	ABR APR	MAY	JUN	JUL	AGO AUG	SEP	OCT	NOV	DIC DEC	ANUAL ANNUAL
Río Sensa <i>Sensa River</i> [m ³ /s]	40,93	30,93	25,82	16,13	7,76	4,90	3,11	1,84	2,57	15,90	18,15	34,06	16,84
Río Miaríá <i>Miaríá River</i> [m ³ /s]	12,67	9,56	7,97	4,96	2,37	1,49	0,94	0,55	0,77	4,89	5,59	10,53	5,19

Referencias bibliográficas / References

- Alva, W. [2005]. *Geografía general del Perú*. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Elías, F. [2001]. *Agrometeorología*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Valdivia, J. [1977]. *Meteorología general*. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Ministerio de Agricultura. [2010]. Reglamento para la ejecución de levantamiento de suelos. Decreto Supremo N° 013-2010-AG. En: *El Peruano*.
- Ministerio de Agricultura. [2009]. Reglamento de clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor. Decreto Supremo N° 017-2009-AG. En: *El Peruano*.
- De Pedraza, Javier. [1996]. *Geomorfología. Principios, métodos y aplicaciones*. Madrid, España: Editorial Rueda.
- Zárate, H.; Galdos, J.; Geldres, M.A. [1998]. *Geología de los Cuadrángulos de Sepahua [23-p], Miaríá [23-q], Unión [23-r], Quirigueta [24-p], Camisea [24-q] y Río Cashpajali [24-r]*. En: Boletín N° 125. Lima, Perú: Instituto Geológico Minero Metalúrgico.
- Raghunath, H.M. [2006]. *Hydrology: Principles, analysis and design*. Segunda edición. Nueva Delhi, India: New Age International.
- Ignacio, C.F. et al. [1984]. *Guía para elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología*. Segunda edición. Madrid, España: CEOTMA.



CALIDAD DEL AGUA Y DE LOS SEDIMENTOS

Water and Sediment Quality



Calidad del agua y de los sedimentos

Water and Sediment Quality

// Henry Campos //

El estudio de la calidad del agua y de los sedimentos¹ en la RCM se realizó con el objetivo de conocer las condiciones físicas, químicas y biológicas actuales, de los ríos Huitiricaya, Yali (también conocido como Yori), Sensa, Miaria y sus quebradas tributarias. Debido a que estos ríos y quebradas se encuentran dentro de un área protegida, los resultados de esta evaluación servirán como punto de partida para la conservación de estos ecosistemas naturales.

The study of water and sediment¹ quality in the RCM was conducted in order to know the current physical, chemical and biological conditions of the Huitiricaya, Yali [also known as Yori], Sensa and Miaria rivers as well as their tributary streams. Due to the fact that the mentioned rivers and streams are located within a protected area, the results of this survey will be useful as a starting point for the conservation of these natural ecosystems.



▲ Especialista evaluando características físicas. / A specialist assessing physical characteristics.

Métodos

Muestreo

La toma de muestras de agua y de los sedimentos se realizó de acuerdo con el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de agua superficial, aprobado por la Autoridad Nacional de Agua (ANA), el cual proporciona pautas para la preservación de muestras, así como los procedimientos y recomendaciones sobre los materiales y equipos a utilizar. Para caracterizar de manera representativa el área de la RCM se establecieron 12 puntos de muestreo.

Estándares de evaluación

Los cuerpos de agua que se pueden observar en la RCM son considerados ecosistemas frágiles, debido a que se encuentran dentro de un área natural protegida. Por esta razón, la calidad del agua se clasificó en conformidad con la normativa peruana², dentro de la Categoría 4 -Conservación del ambiente acuático: ríos de selva- y su evaluación se realizó considerando los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA)³ para dicha categoría.

Para la evaluación de calidad de sedimentos, a falta de normativa peruana, se consideraron de manera referencial los estándares de las Guías de Calidad Ambiental Canadiense, los cuales brindan directrices para analizar la calidad de los sedimentos acuáticos continentales, ya que establecen el nivel probable de concentración sobre el cual habría efectos biológicos adversos.

Methods

Sampling

Sampling of water and sediment was conducted in accordance with the National Protocol of Quality Monitoring of Natural Surface Water Bodies, approved by the National Water Authority (ANA), which provides guidelines for the preservation of samples, as well as the procedures and recommendations on materials and equipment to be used. In order to describe representatively the area of the RCM, 12 sampling sites were established.

Standards of Evaluation

The waterbodies found in the RCM are considered as fragile ecosystems, because they are located within a natural protected area. For this reason, the water quality was classified, according to Peruvian law², into the Category 4 -Conservation of the aquatic environment: Rainforest rivers- and its assessment took into consideration those values established on the National Environmental Quality Standards (ECA)³ for that category.

Regarding the evaluation of sediment quality, due to the absence of Peruvian legal regulations about the topic, we referred to the standards of the Canadian Environmental Quality Guidelines, which provide directives for analyzing the quality of sediments in inland aquatic systems, as they indicate the estimated concentration level of sediments above which there would be adverse biological effects.

¹ Sedimento se refiere a la materia que luego de haber estado suspendida en el agua, se posa en el fondo del río o quebrada, debido a su mayor gravedad.

² D.S. N° 002-2008-MINAM "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua".
R.J. N° 202-2010-ANA "Clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino-costeros".

³ Estándar de Calidad Ambiental (ECA): Medida que establece el nivel de concentración de elementos físicos, químicos o biológicos, presentes en el agua, que no representa riesgo significativo para el ambiente acuático.

¹ *Sediment refers to the suspended matter in water that settles down on the bottom of the river or stream, due to its greater gravity.*

² D.S. N° 002-2008-MINAM "National environmental quality standards for water".
R.J. N° 202-2010-ANA "Classification of bodies of surface and coastal marine water".

³ *Environmental Quality Standard (ECA): A measure that establish the level of concentration of physical, chemical or biological elements present in the water, which represents no significant risk to the aquatic environment.*

Análisis

El análisis de la calidad del agua se ha enfocado en 5 grupos de evaluación, que se presentan en la Tabla 1, y cuyos constituyentes cuentan con valores en los ECA-Categoría 4. El grupo de los parámetros *in situ* o principales (pH y oxígeno disuelto) se puede medir fácilmente y constituyen una manera rápida de detectar posibles factores de estrés para la salud del ecosistema acuático; mientras que, los 4 grupos de evaluación restantes (parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, orgánicos y metales pesados) ayudan a caracterizar la calidad del agua y a determinar de manera detallada, mediante análisis químicos de laboratorio, los posibles impactos en la vida acuática.

Con respecto a los sedimentos acuáticos, en el Cuadro 2 se presentan los valores de los principales metales pesados, los cuales se comparan con los valores estándar de las guías canadienses.

Resultados

Luego de haber evaluado un ciclo hidrológico (temporada húmeda y seca), se puede apreciar que hay una buena calidad física, química y microbiológica, del ecosistema acuático (interacción agua-sedimento).

Lo mencionado anteriormente se sustenta en el cumplimiento⁴ de los estándares de calidad de agua y sedimentos en la mayoría de los parámetros estudiados. Solo hubo dos parámetros cuyas concentraciones fueron mayores a los estándares, pero cuya presencia se debe a condiciones naturales de la RCM.

Analysis

The water quality analysis has been focused on 5 evaluation groups, which are presented in Table 1, and whose values are within the ECA-Category 4. The group of in situ or main parameters (pH and dissolved oxygen) can be easily measured and are a quick way to detect possible stressors for aquatic ecosystems' health; while the remaining 4 groups of evaluation (physicochemical, microbiological, organic parameters and heavy metals) help to describe water quality and to determine in detail, by means of laboratory chemical analysis, the potential impacts on aquatic life.

With regards to the aquatic sediments, the values of the main heavy metals are presented in Table 2, and they are compared with the standard values of the Canadian guidelines.

Results

After having evaluated a hydrological cycle (wet and dry season), we found there is a good physical, chemical and microbiological quality of the aquatic ecosystem (water-sediment interaction).

The foregoing is based on the compliance⁴ with the standards of water and sediment quality on most of the studied parameters. Only two parameters presented concentrations above the standards, but its presence are due to natural conditions of the RCM.



La calidad fisicoquímica del agua brinda condiciones favorables para el desarrollo de la vida acuática.

Physicochemical quality of water provides favorable conditions for the development of aquatic life.



Vista panorámica del río Sensa. / Panoramic view of the Sensa River. ▲

Estos parámetros fueron:

Plomo en agua

Esto se observó en 8 de los 12 puntos muestreados, principalmente durante la temporada seca, con una disminución considerablemente en la temporada húmeda.

Cadmio en sedimentos

Se registró en los ríos Sensa, Yali y un tributario, durante la temporada seca y en mucha menor proporción en la temporada húmeda.

La presencia de ambos metales (plomo en agua y cadmio en sedimentos) se debe a las formaciones geológicas que presenta la RCM.

These parameters were:

Lead in Water

[It was observed in 8 out of 12 sampling sites], mainly during the dry season and, decreasing considerably in the wet season.

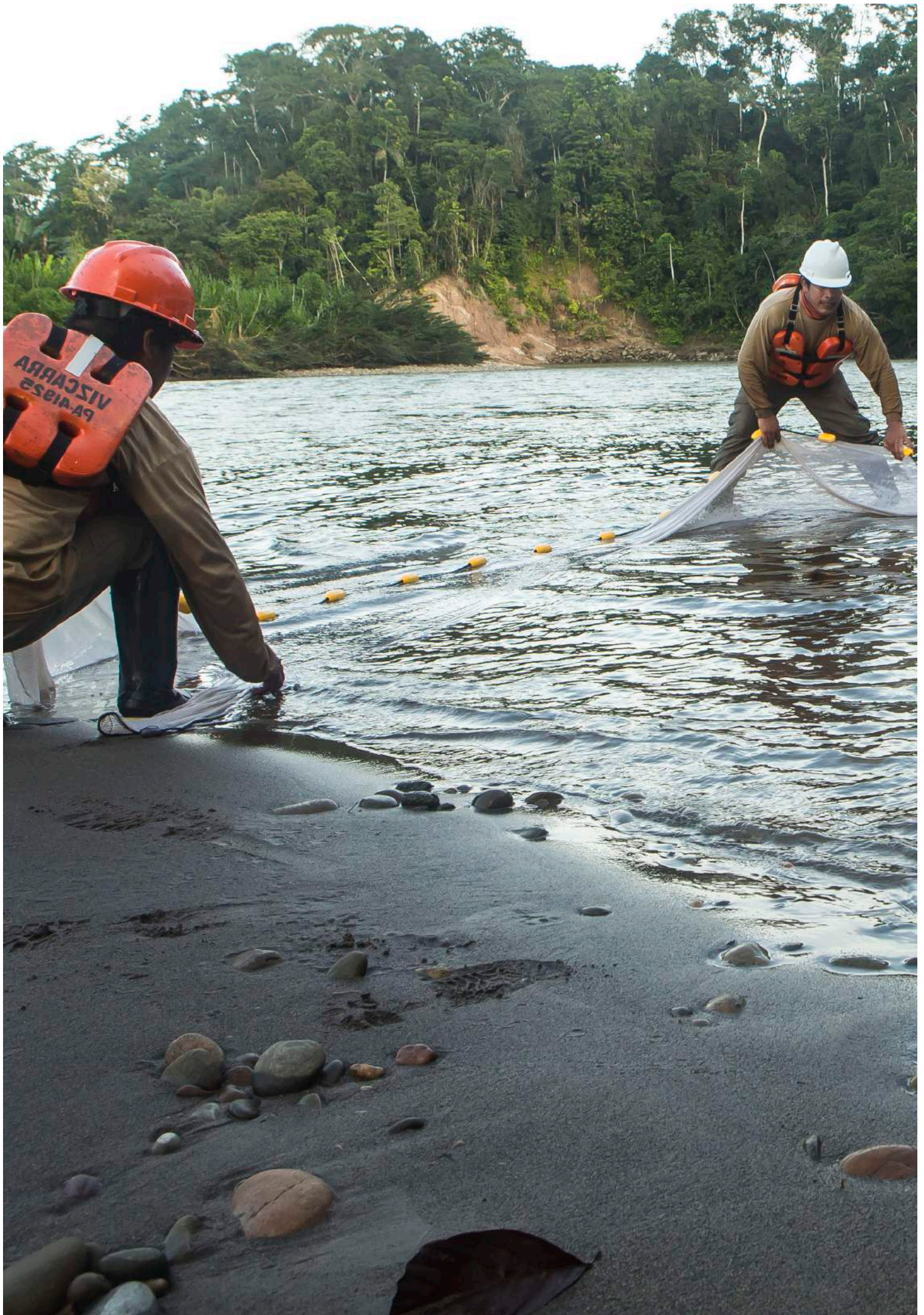
Cadmium in Sediment

It was recorded in the Sensa and Yali rivers plus a tributary one during the dry season, and to a much lesser extent in the wet season.

The presence of both metals [lead in water and cadmium in sediments] is due to the geological formations that presents the RCM.

⁴ Se entiende por “cumplimiento” cuando las concentraciones de ciertas sustancias registradas en agua y sedimentos, se encuentran dentro del rango de valores establecidos por los Estándares de Calidad Ambiental.

⁴ “Compliance” means that the concentration of certain substances recorded in water and sediment, during laboratory tests, are within the range of values established by the Environmental Quality Standards.



En estudios anteriores [Repsol, 2011, 2015], se han registrado concentraciones similares de estos metales en los ríos Huitiricaya, Sensa y Yali, además se han realizado muestreos geoquímicos de sedimentos cerca de la zona de estudio [Instituto Minero, Geológico y Metalúrgico, 1998], cuyo espectro geoquímico indica la existencia de plomo, cadmio, cobre, zinc, entre otros metales en menores concentraciones. Estos estudios confirman la presencia natural de los metales mencionados en los ecosistemas acuáticos en la RCM. Asimismo, es importante señalar que las concentraciones de estos metales disminuyen cuando el caudal de los ríos y quebradas es mayor, lo cual ocurre como consecuencia de las fuertes lluvias, típicas en la Amazonía.

En suma, la calidad del agua y de los sedimentos evidencia una escasa o nula influencia de actividades humanas dentro de la RCM, lo cual es muy importante para los pobladores locales, ya que las características físico-químicas actuales brindan condiciones favorables para el desarrollo de la vida acuática que incluye a los peces, los cuales constituyen una de las principales fuentes de proteína para las comunidades nativas.

Similar concentrations of these metals have been recorded, in previous studies [Repsol, 2011, 2015], in the Huitiricaya, Sensa and Yali rivers; besides, geochemical samplings of sediments have been conducted near the study area [Instituto Minero, Geológico y Metalúrgico, 1998], whose geochemical spectrum indicates the existence of lead, cadmium, copper, zinc among other metals in lower concentrations. These studies confirm the natural presence of the mentioned metals in the aquatic ecosystems of the RCM. In addition, it is important to note that the concentrations of these metals reduces when the rivers and streams flow are higher, which occurs because of heavy rains, typical of the Amazon rainforest.

To summarize, water and sediment quality show little or no influence of human activities within the RCM, which is very important for local people, as the current physicochemical characteristics provide favorable conditions for aquatic life, including fish, which constitute one of the main sources of protein for native communities.

- ◀ "La calidad del agua y de los sedimentos evidencia una escasa o nula influencia de actividades humanas dentro de la RCM".
"Water and sediment quality show little or no influence of human activities within the RCM".

Tabla 1. Evaluación de Calidad de Agua con los ECA - Categoría 4

Punto de Muestreo	Cuerpo de Agua	Parámetros									
		<i>In situ</i> o principales ⁷		Fisicoquímicos ⁸		Microbiológicos ⁹		Metales pesados ¹⁰		Orgánicos ¹¹	
		Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca
CA-01	Río Miaría	C	C	C	C	C	C	NC-Pb	NC-Pb	C	C
CA-11		C	C	C	C	C	C	C	NC-Pb	C	C
CA-04	Río Sensa	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-06		C	C	C	C	C	C	NC-Pb	C	C	C
CA-03		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-02		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-05	Río Tributario Sensa	C	C	C	C	C	C	C	NC-Pb	C	C
CA-07	Río Huitiricaya	C	C	C	C	C	C	C	NC-Pb	C	C
CA-10	Río Yali	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-08	Tributarios Río Yali	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-09		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-14		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Fuente: Estudio de Biodiversidad de la Reserva Comunal Machiguenga – Lote 57.

C: Cumple con todos los parámetros ECA-Categoría 4

NC-Pb: No cumple ECA-Categoría 4 sólo para concentración de Plomo

⁷ *In situ* o principales: pH, oxígeno disuelto.

⁸ Fisicoquímicos: sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, fosfatos, sulfuro de hidrógeno, nitratos, nitrógeno amoniacal, nitrógeno total, cianuro libre, cromo hexavalente, fenoles, aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno.

⁹ Microbiológicos: coliformes termotolerantes, coliformes totales.

¹⁰ Metales pesados: arsénico, cadmio, mercurio, plomo, bario, cobre, níquel, zinc.

¹¹ Orgánicos: hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs).

Table 1. Water quality evaluation with ECA – Category 4

Sampling site	Waterbody	PARAMETERS									
		In Situ or Main ⁷		Physicochemical ⁸		Microbiological ⁹		Heavy metals ¹⁰		Organic compounds ¹¹	
		Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry
CA-01	Miaría river	C	C	C	C	C	C	NC-Pb	NC-Pb	C	C
CA-11		C	C	C	C	C	C	C	NC-Pb	C	C
CA-04	Sensa river	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-06		C	C	C	C	C	C	NC-Pb	C	C	C
CA-03		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-02		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-05	Sensa river tributary	C	C	C	C	C	C	C	NC-Pb	C	C
CA-07	Huitiricaya river	C	C	C	C	C	C	C	NC-Pb	C	C
CA-10	Yali river	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-08	Yali river tributaries	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-09		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-14		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Source: Biodiversity Study of Machiguenga Communal Reserve - Lot 57.

C: Meets all ECA parameters-Category 4

NC-Pb: Does not meet ECA-category 4 only lead concentration

⁷ In situ or main parameters: pH, dissolved oxygen.

⁸ Physicochemical: Total suspended solids, total dissolved solids, phosphates, hydrogen sulfide, nitrates, ammonia nitrogen, total nitrogen, free cyanide, hexavalent chromium, phenols, oils and fats, biochemical oxygen demand.

⁹ Microbiological: thermotolerant coliforms, total coliforms.

¹⁰ Heavy metals: arsenic, cadmium, mercury, lead, barium, copper, nickel, zinc.

¹¹ Organic compounds: polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs).

Tabla 2. Evaluación de calidad de sedimentos con estándares canadienses

Punto de Muestreo	Cuerpo de Agua	Metales pesados													
		Arsénico		Cadmio		Cromo		Cobre		Plomo		Mercurio		Zinc	
		Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca
CA-01	Río Miaría	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-11		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-04	Río Sensa	C	C	C	NC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-06		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-03		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-02		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-05	Río Tributario Sensa	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-07	Río Huitiricaya	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-10	Río Yali	C	C	C	NC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-08	Tributarios Río Yali	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-09		C	C	C	NC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-14		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Fuente: Estudio de Biodiversidad de la Reserva Comunal Machiguenga – Lote 57.

C: Cumple con valor estándar

NC: No cumple con valor estándar

Referencias bibliográficas / References

- Autoridad Nacional del Agua. [2010]. *Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA “Clasificación de cuerpos de agua superficiales y marino-costeros”*.
- Autoridad Nacional del Agua. [2011]. *Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial”*.
- Canadian Council of Ministers of the Environment. [1999]. Protocol for the Derivation of Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life.
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. [1998]. Geología de los Cuadrángulos de Timpia, Calangato y río Providencia.
- Repsol Exploración Perú. [2011]. Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el proyecto de desarrollo del Campo Kinteroni-Lote 57. Lima, Perú: Repsol [Elaborado por Walsh Perú S.A.].
- Repsol Exploración Perú. [2015]. Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el proyecto de desarrollo del Campo Sagari-Lote 57. Lima, Perú: Repsol. [Elaborado por Walsh Perú S.A.]
- Ministerio del Ambiente. [2008]. *Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua”*.
- Ministerio del Ambiente. [2009]. *Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM “Disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua”*.

Table 2. Sediment Quality Assessment with Canadian Standards

Sampling Site	Waterbody	Heavy Metals													
		Arsenic		Cadmium		Chromium		Copper		Lead		Mercury		Zinc	
		Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry
CA-01	Miaría River	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-11		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-04	Sensa River	C	C	C	NC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-06		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-03		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-02		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-05	Sensa River tributary	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-07	Huitiricaya River	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-10	Yali River	C	C	C	NC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-08	Yali River tributaries	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-09		C	C	C	NC	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
CA-14		C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Source: Biodiversity Study of Machiguenga Communal Reserve - Lot 57.

C: Meets standard value

NC: Does not meet standard value



FLORA Y VEGETACIÓN

Flora and Vegetation

Flora y vegetación

Flora and Vegetation

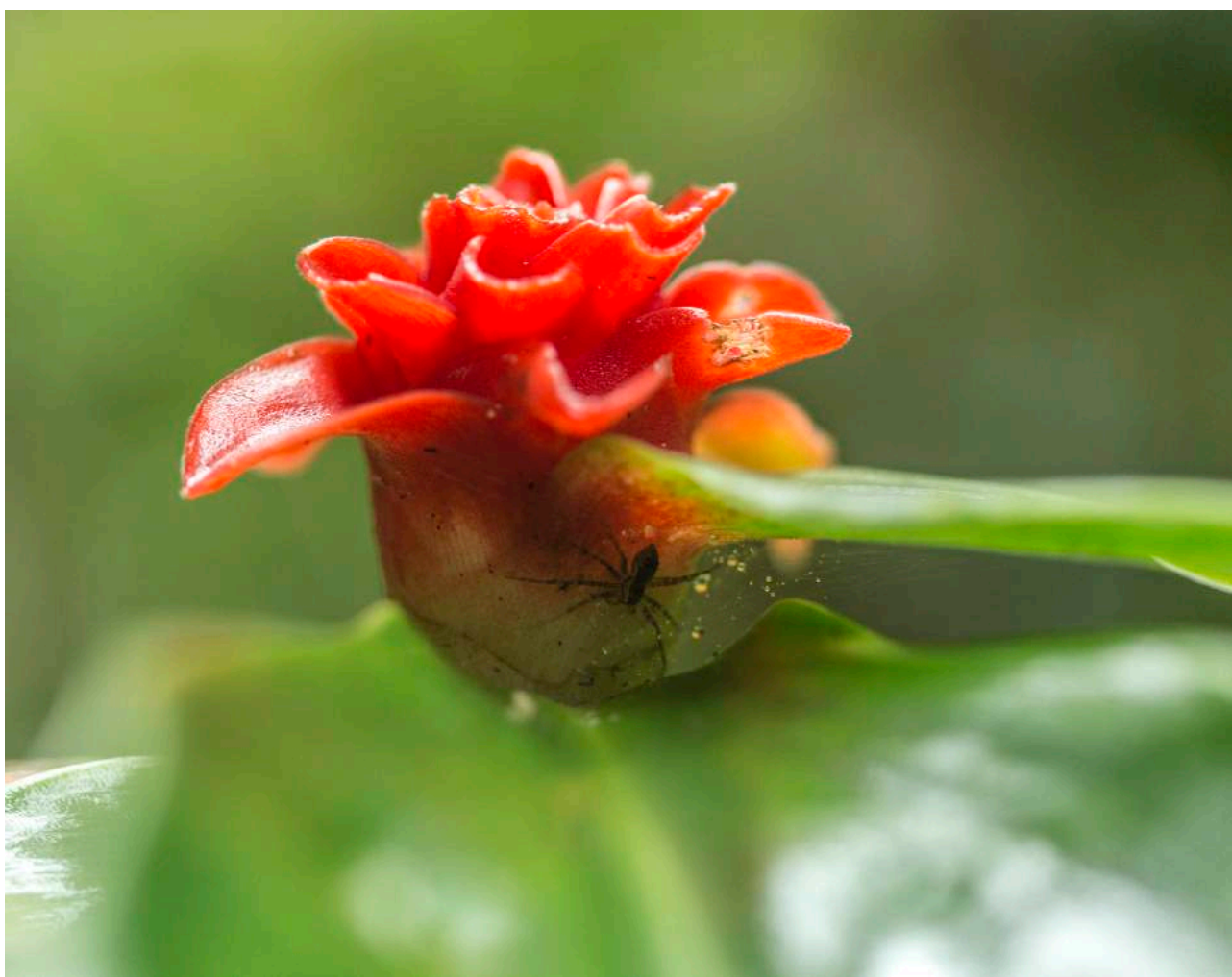
// William Nauray, Fernando Takano & Margot Panta-Corzo //

Introducción

El manto verde de plantas en la reserva se extiende desde el flanco oriental de Cordillera del Vilcabamba y llega hasta la llanura Amazónica del sur peruano. Los bosques presentan un intrincado mosaico de vegetación, de modo tal que los árboles y palmeras forman un dosel o tapiz arbóreo de alrededor de 20 m de alto, interrumpido sin embargo, por árboles gigantes y emergentes de hasta 35 m, los cuales se yerguen como indicadores de una superficie

Introduction

The green mantle of plants in the reserve extends from the eastern flank of the Vilcabamba mountain chain and reaches the southern Peruvian Amazon plain. There, forests have an intricate mosaic of vegetation, so that trees and palm trees form a canopy or tree tapestry of about 20 m high, interrupted however, by giant and emerging trees of up to 35 m, which stand as indicators of a wooded area with little or no human activity. The



▲ Brácteas coloridas de *Costus* sp. [familia Costaceae]. / Colorful bracteae of *Costus* sp. [family Costaceae].

boscosa con poca o nula actividad humana. La visión o fisonomía de la vegetación está influenciada sobre todo por el terreno [colinas y terrazas abruptas o moderadas] y la dinámica de ríos serpenteantes que forman las planicies inundables durante la época más lluviosa [Kalliola & Puhakka, 1993]. Irrumpen, además, entre los bosques de la reserva, poblaciones del bambú llamado localmente “paca” [género *Guadua*], cuya densidad es también un criterio para la determinación de las formaciones vegetales. Con base en estas características se observan 4 unidades predominantes: el bosque denso premontano [Bd-pm], el bosque denso de pie de monte [Bd-pi], el bosque semidenso [Bsd] y el bosque ralo con pacal [Brp], conocidos en lengua machiguenga como “otishi”, “inchátoshi”, “impomagashi” y “kapiroshi”, respectivamente [ILV, 2011]. Cada una de estas unidades de vegetación se caracteriza por la presencia o predominancia de diferentes plantas: grandes árboles y palmeras, arbustos, hierbas, lianas o bejucos, enredaderas y epífitas [plantas que crecen sobre otras plantas sin dañarlas].

Conjuntamente con los esfuerzos por conservar las áreas de alta biodiversidad, como la Reserva Comunal Machiguenga [RCM], es necesario desarrollar investigaciones botánicas *in situ* como estrategias que permitan un mayor conocimiento y ayuda hacia la biodiversidad de esta área protegida. Bajo esta premisa, el objetivo del estudio fue caracterizar las formaciones vegetales, a través del inventario de la diversidad de plantas, e identificar a aquellas de importancia para la conservación, así como a las de uso potencial, que sirven como recursos para las comunidades machiguengas que circundan a la RCM.

Métodos

Para la evaluación botánica se instalaron Parcelas Modificadas de Whittaker [PMW] con un área de 0,1 ha [Stohlgern *et al.*, 1995]. La ventaja principal de estas parcelas es que su superficie, aunque pequeña, cubre una mayor distribución y variedad de especies dentro de las formaciones vegetales, por lo que son utilizadas en numerosas evaluaciones rápidas, monitoreos y estudios ambientales de bosques amazónicos y montanos del Perú [Comiskey *et al.*, 2001; Campbell *et al.*, 2002]. Se instaló un total de 62 PMW durante las temporadas húmeda y seca, de las cuales 12 parcelas permanentes fueron evaluadas

*physiognomy of the vegetation is mostly influenced by the land [steep or moderate hills and terraces] and by the dynamics of meandering rivers which form the flood plains during the rainy season [Kalliola & Puhakka, 1993]. Moreover, bamboo populations locally called “paca” [genus *Guadua*] burst into the reserve forests, and their density is also a criterion for determining vegetal formations. Based on these characteristics 4 predominant units are observed: Premontane Dense Forest [Bd-pm], Foothill Dense Forest [Bd-pi], Semidense Forest [Bsd] and Bamboo Dominated Sparse Forest [Brp], known in Machiguenga language as “otishi”, “inchátoshi”, “impomagashi” and “kapiroshi” respectively [ILV, 2011]. Each of these vegetation units is characterized by the presence or predominance of different plants: large trees and palm trees, shrubs, grasses, vines or lianas and epiphytes [plants that grow harmlessly upon other plants].*

In addition to the efforts to conserve the areas of high biodiversity, such as the Machiguenga Communal Reserve [RCM], it is necessary to develop in situ botanical research as strategies that allow a greater knowledge and support the biodiversity of this protected area. Based on that, the aim of this study was to characterize the vegetation through the inventory of plant diversity, and identify those of conservation concern, as well as those with potential use that serve as resources to the Machiguenga communities surrounding the RCM.

Methods

*Modified Whittaker Plots [MWP] with an area of 0.1 ha [Stohlgern *et al.*, 1995] were installed for botanical assessment. The main advantage of these plots is that its surface, though small, covers a wider distribution and variety of species within a vegetal formation, so they are used in many rapid assessments, monitoring and environmental studies of Amazonian and montane forests of Peru [Comiskey *et al.*, 2001; Campbell *et al.*, 2002]. A total of 62 PMW were installed during the wet and dry seasons, including 12 permanent plots that were surveyed in both seasons, located at representative spots for each vegetation unit. The assessment was complemented by opportunistic plant collections and interviews with local collaborators.*

en ambas temporadas, ubicadas en lugares representativos de cada unidad de vegetación. La evaluación fue enriquecida por colectas oportunistas y entrevistas a los colaboradores locales.

El estudio incluyó el análisis de la composición florística, estructura vertical¹ de los estratos del dosel² [parte alta del bosque conformado sobre todo por las copas de las especies arbóreas y palmeras], subdosel [árboles jóvenes o de menor tamaño], arbustivo y sotobosque [hierbas, helechos y plántulas que crecen bajo la sombra de todas las plantas de mayor tamaño]; así como el análisis de la estructura horizontal en cuanto a la distribución espacial de las especies sobre la superficie del bosque.

Resultados

Se registraron 811 especies de plantas vasculares [helechos y plantas con flores], agrupadas en 93 familias botánicas. La familia más diversa fue la de las fabáceas o leguminosas [88 especies], seguida por las moráceas [40 especies], las arecáceas o palmeras [39 especies], las

The study included an analysis of the floristic composition, vertical structure¹ of the canopy² layers [the upper part of the forest consists mainly of the tops of tree species and palms], sub-canopy [young or smaller trees], shrub and understory [herbs, ferns and seedlings growing under the shade of all larger plants]; as well as an analysis of the horizontal structure in terms of the spatial distribution of species on the forest surface.

Results

We recorded 811 species of vascular plants [ferns and flowering plants], grouped in 93 botanical families. The most diverse family was Fabaceae or legumes [88 species] followed by the families Moraceae [40 species], Arecaceae or palm trees [39 species], Rubiaceae [38 species] and Araceae [36 species]. These taxa, along with other groups such as Lauraceae and Malvaceae, are the species-richest families in the tropical rainforests of the Amazon Basin [Kricher, 2011; Gentry, 1988]. As for the vegetation units, the greatest abundance was recorded in the premontane dense forest [Bd-pm],

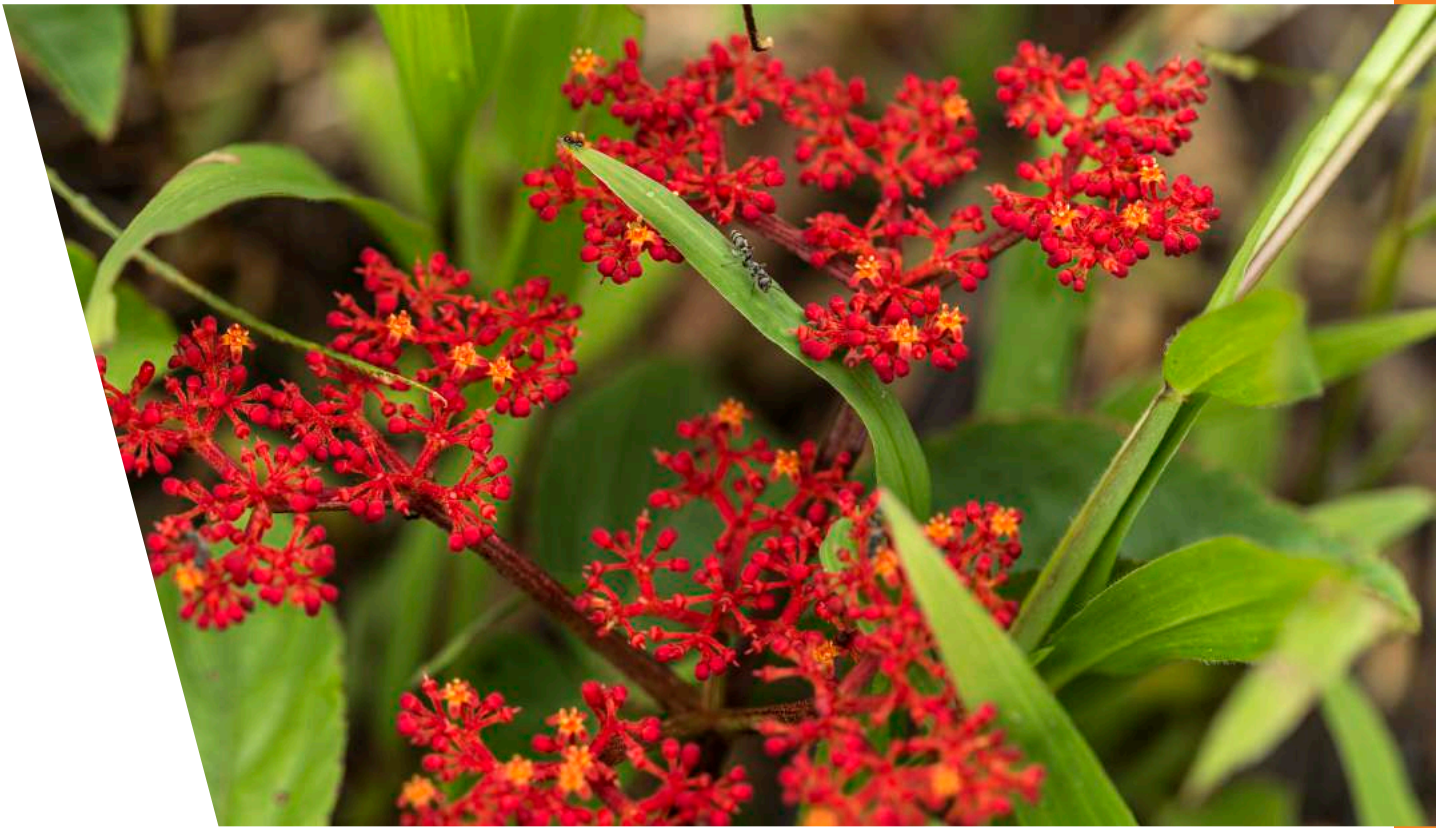


Se evaluaron árboles con más de 35 m de altura y 1 m de ancho de tronco.

Trees taller than 35 m with logs wider than 1 m were assessed.

¹ El estrato vertical, comprende el dosel conformados por plantas de porte arbóreo con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 10 cm. El subdosel por plantas [incluyendo árboles, palmeras, lianas y bambú] con DAP entre 5-10 cm.

² El estrato arbustivo conformado por plantas de porte arbustivo y arbóreo juvenil entre 1 y 5 cm de DAP. Y el sotobosque por plantas herbáceas, helechos y plántulas con DAP entre 1-5 cm.



Planta de sotobosque en flor. / An understory plant blooming. ▲

rubiáceas [38 especies] y las aráceas [36 especies]. Estos taxones, junto con otros grupos como las lauráceas y malváceas, constituyen las familias más ricas en los bosques tropicales de la cuenca amazónica [Kricher, 2011; Gentry, 1988]. En cuanto a las unidades de vegetación, se registró la mayor riqueza en el bosque denso premontano, con 358 especies; mientras que en los demás bosques la riqueza fue muy similar y osciló entre 294 y 297 especies [Figura 1].

En general, la composición florística de plantas es altamente variable entre las unidades de vegetación, es decir, existe poca semejanza entre las poblaciones de plantas que las conforman. No obstante, hay una mayor similitud entre el bosque semidenso y el bosque ralo con pacal, debido a la influencia del bambú amazónico y de los árboles de crecimiento rápido que se encuentran en terrenos inundables próximos a los ríos.

with 358 species; while in the other rainforests, the abundance was very similar and ranged between 294 and 297 species [Figure 1].

In general, the floristic composition of plants is highly variable among vegetation units which means, there is little similarity among the plant populations that form it. However, there is a greater similarity between the Semidense forest and the bamboo dominated sparse forest, due to the influence of the Amazon bamboo and fast-growing trees found in flood plains near rivers.

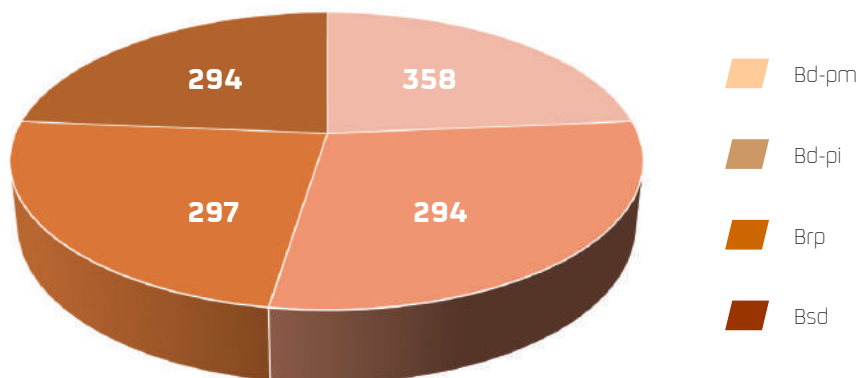
The vertical structure shows the floristic diversity strata [Figure 2a]. In the canopy, 352 species of trees and palm trees were recorded; 150 species of trees, palms, lianas and bamboo in the understory; 163 species of shrubs, young trees and palm trees, lianas and bamboo in the shrub layer, and finally, in the understory 597

¹ The vertical layer comprises the canopy formed by arboreal plants with diameter at breast height (DBH) greater than 10 cm. Sub-canopy is formed by plants [including trees, palm trees, lianas and bamboo] with DBH ranging from 5 to 10 cm.

² The shrub layer is composed of shrubby plants and young trees with a DBH range between 1 to 5 cm. Finally, the understory is formed by herbaceous plants, ferns and seedlings with a DAP range between 1 to 5 cm.

Figura 1. Número de especies registradas por unidad de vegetación. Bd-pm: bosque denso premontano, Bd-pi: bosque denso de pie de monte, Brp: bosque ralo con pacal, Bsd: bosque semidenso.

Figure 1. Number of Recorded Species per Vegetation Unit. Bd-pm: Premontane Dense Forest, Bd-pi: Foothill Dense Forest, Brp: Bamboo-dominated Sparse Forest, Bsd: Semidense Forest



La estructura vertical muestra la diversidad florística por estratos (Figura 2a). En el dosel se registraron 352 especies de árboles y palmeras; en el subdosel, 150 especies de árboles, palmeras, lianas y bambú; en el estrato arbustivo, 163 especies de arbustos, árboles y palmeras jóvenes, lianas y bambú; finalmente, en el sotobosque se observaron 597 especies de hierbas, helechos y plántulas con el potencial precursor de los otros estratos del bosque. En cuanto a la estructura horizontal, que se analiza a través del *diámetro a la altura del pecho* [DAP] de las especies arbóreas y arbustivas (Figura 2b), se observa que gran parte del dosel [75 % de los individuos] presenta un DAP entre 20 a 35 cm, aunque también se observan casos excepcionales de individuos arbóreos con un DAP > 100 cm.

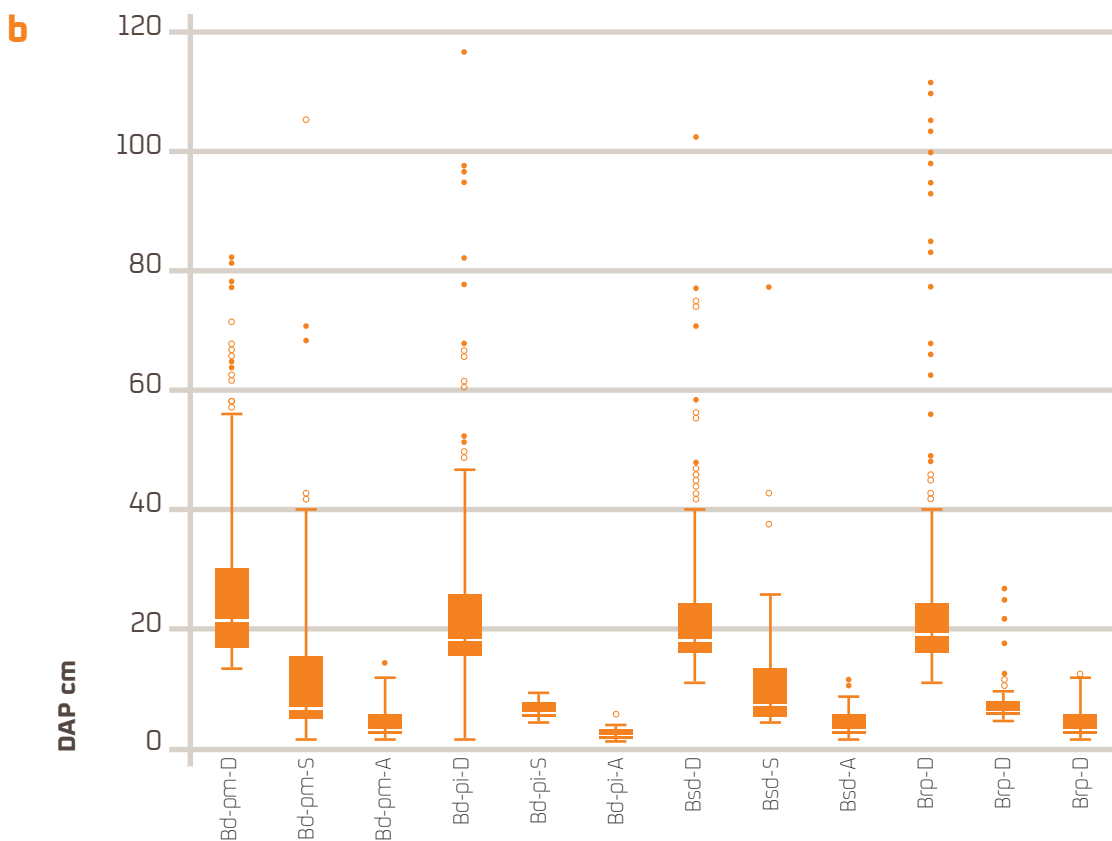
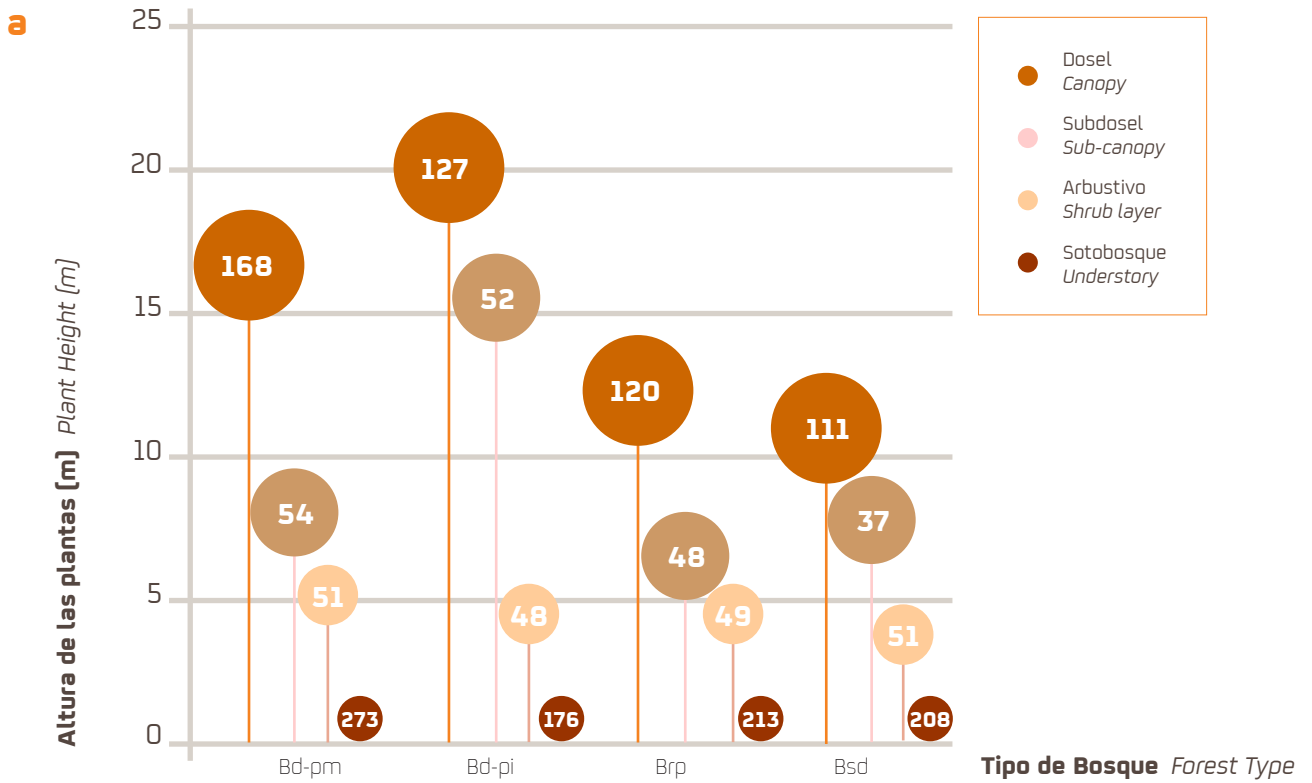
El análisis de abundancia muestra que las especies vegetales con mayor población en cada unidad de vegetación son además buenas indicadores para caracterizar dichas formaciones. Por ejemplo, en los bosques densos [Bd-pm, Bd-pi] el árbol más abundante es el “kerosen caspi”, “kowivapini” o “komeriki” *Pseudosenefeldera inclinata*, presente en todos los estratos [incluyendo plántulas del sotobosque]; además también son importantes las poblaciones de las grandes palmeras como la “pona” o “kamona” *Iriartea deltoidea* y la “cashapona” o “kontiri” *Socratea exorrhiza* (Figura

species of grasses, ferns and seedlings that are potentially precursors of the other forests' strata were observed. As for the horizontal structure, which is analyzed through the diameter at breast height [DBH] of tree and shrub species (Figure 2b), it shows that a great part of the canopy [75 % of individuals] has a DAP range between 20 and 35 cm, although exceptional cases of individual trees with DAP > 100 cm are also observed.

The abundance analysis shows that plant species with more population in each vegetation unit are also good indicators to characterize these formations. For instance, in the dense forests [Bd-pm, Bd-pi] the most abundant tree is the “kerosene caspi”, “kowivapini” or “komeriki” Pseudosenefeldera inclinata, present in all strata [including seedling understory]; in addition, the populations of large palm trees as the “pona” or “kamona” Iriartea deltoidea and “cashapona” or “kontiri” Socratea exorrhiza are also important (Figure 3). As for the Semidense and Bamboo dominated Sparse Forests [Bsd and Brp], the most abundant species are fast growing trees such as the “kosamatiniro” Croton schiedeanus, the “tangarana” or “kañai” Triplaris americana and the “ceticos” or “inkonas” Cecropia spp. Likewise, the “paca” or “kapiro” canes Guadua spp. is regarded to be abundant mostly in the shrub layer of both forest types (Figure 4).

Figura 2. Estructura vertical [a] y horizontal [b] de los bosques de la RCM. Bd-pm: bosque denso premontano; Bd-pi: bosque denso de pie de monte; Bsd: bosque semidenso; Brp: bosque ralo con pacal; D: dosel; S: subdosel; A: arbustivo

Figure 2. Vertical [a] and Horizontal [b] Structure of the Forests in the RCM. Bd-pm: Premontane Dense Forest; Bd-pi: Foothill Dense Forest; Bsd: Semidense Forest; Brp: Bamboo-dominated Sparse Forest; D: Canopy; S: Sub-canopy; A: Shrub Layer

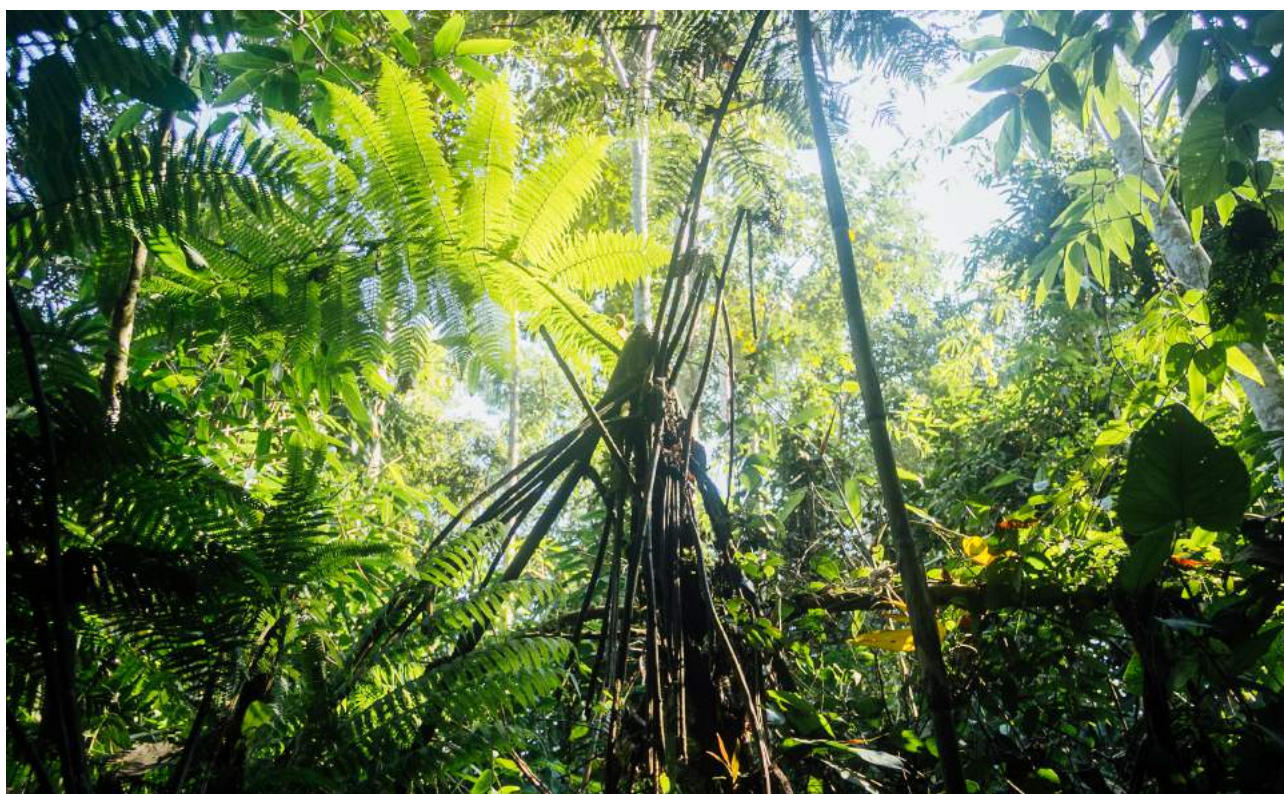


3]. En el caso los bosques semidensos y ralos [Bsd y Brp] las especies más abundantes son árboles de crecimiento rápido como el “kosamatiniro” *Croton schiedeanus*, la “tangarana” o “kañai” *Triplaris americana* y los “céticos” o “inkonas” *Cecropia* spp. Asimismo, la abundancia de las cañas de “paca” o “kapiro” *Guadua* spp. se observa sobre todo en el estrato arbustivo de ambos tipos de bosque [Figura 4].

Se identificaron 33 especies de plantas amenazadas [Cuadro 1]: 10 especies protegidas según la normativa peruana del D.S. N° 043-2006-AG [MINAG, 2006] y 20 especies que se encuentran en listas internacionales de conservación [CITES, 2015; IUCN, 2015]. Además, se encontraron 6 especies endémicas de Perú [León *et al.*, 2006]. Esta información confirmaría que la RCM es un centro de conservación para especies maderables valiosas como el “cedro” o “santari” [*Cedrela fissilis*], o el “isphingo” [*Amburana cearensis*], además de albergar poblaciones de plantas que son considerados

*We recorded 33 threatened species of plants (Table 1): 10 species protected under Peruvian regulations by means of D.S. N° 043-2006-AG (Ministerio de Agricultura, 2006), and 20 species included in international conservation lists (CITES, 2015; IUCN, 2015). In addition, 6 endemic species of Peru were found (León et al., 2006). This information would confirm that the RCM is a conservation center for valuable timber species such as “cedar” or “santari” (*Cedrela fissilis*), or “isphingo” (*Amburana cearensis*); as well as a harbor for plant populations considered as living fossils, such as the tree fern or “yarinilla” *Cyathea caracasana* and the gymnospermae *Zamia poeppigiana*.*

Finally, at the study field, 292 plant species (30 % of total registered) with potential use by nearby native communities to the RCM were identified. The most important group corresponds to trees with timber potential (mainly Lauraceae, Fabaceae, Meliaceae and Miristicaceae), so the RCM might be regarded as a seed and germplasm bank for reforestation of timber species in areas



▲ Raíces tipo zancos de la palmera arbórea “huacrapona” o “kamona” [*Iriartea deltoidea*].
Stilt roots of the palm tree “huacrapona” or “kamona” [*Iriartea deltoidea*].

Figura 3. Especies con mayor abundancia relativa en bosques sin pacal, a) bosque denso premontano, b) bosque denso de pie de monte

Figure 3. Species with the Greatest Relative Abundance in Forests without Bamboo: a) Premontane Dense Forest, b) Foothill Dense Forest

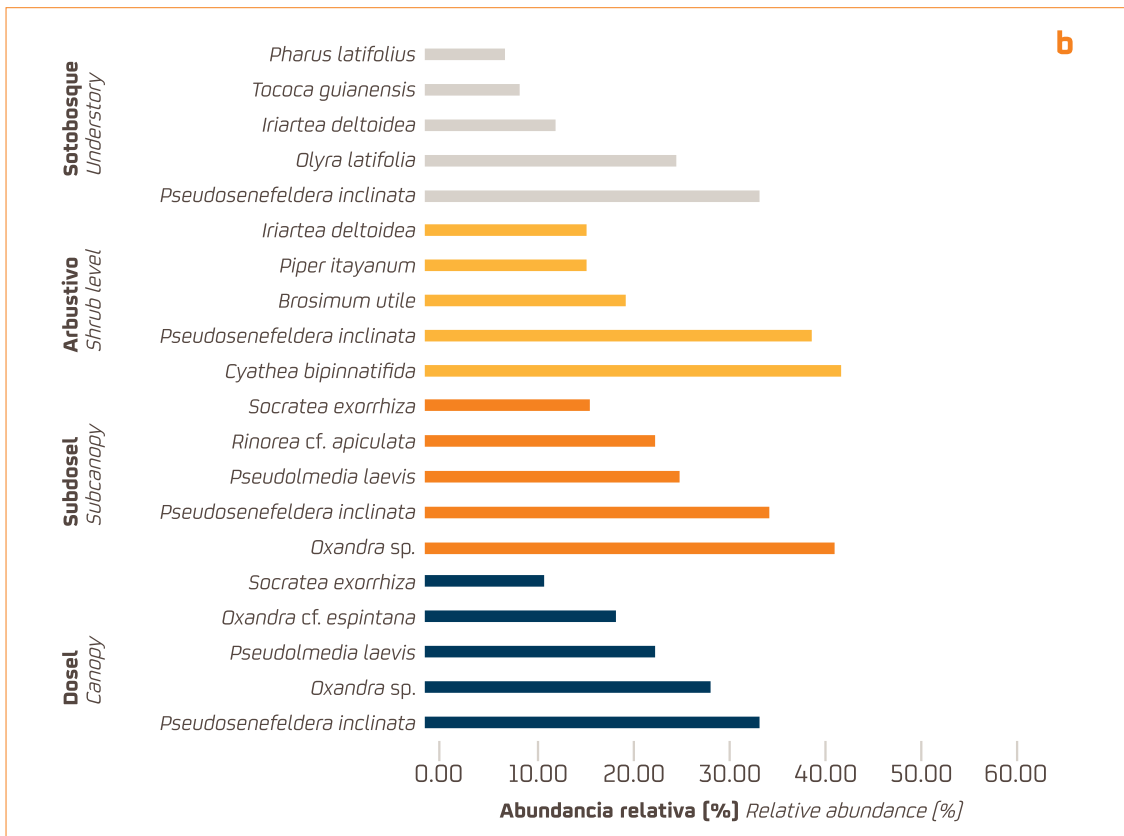
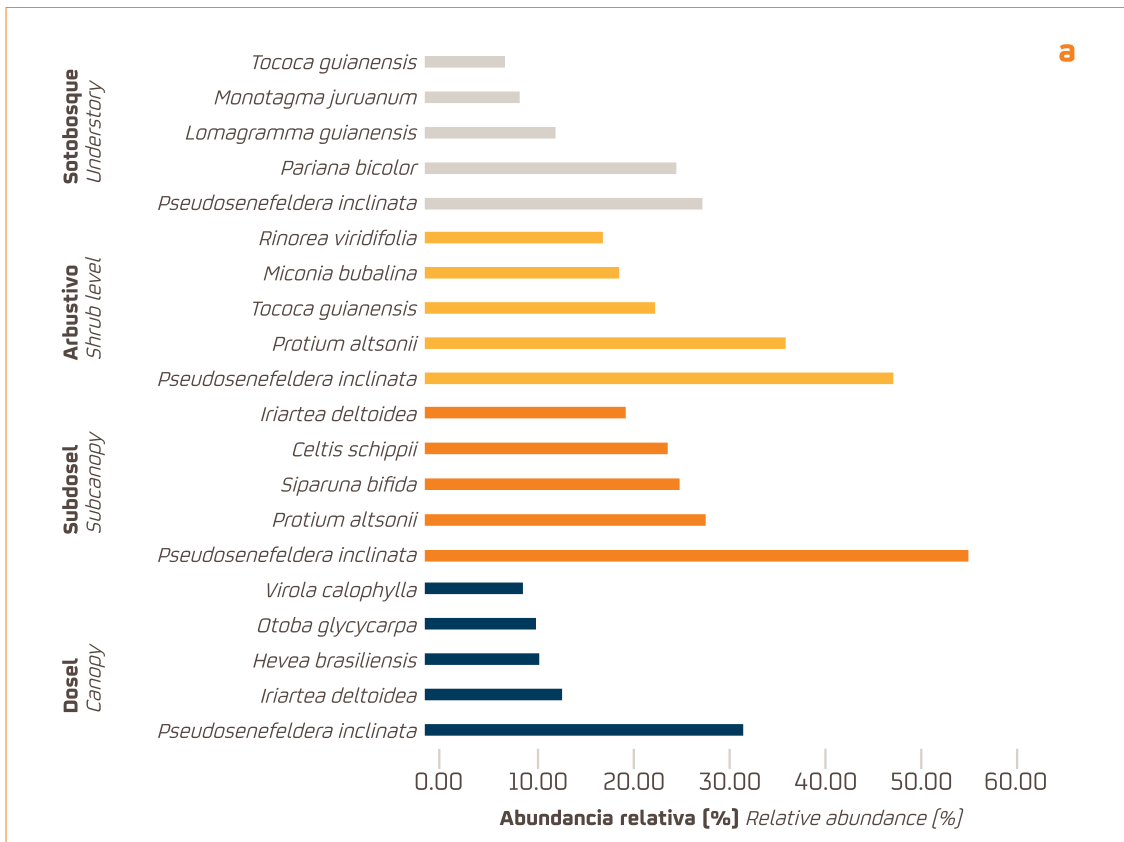
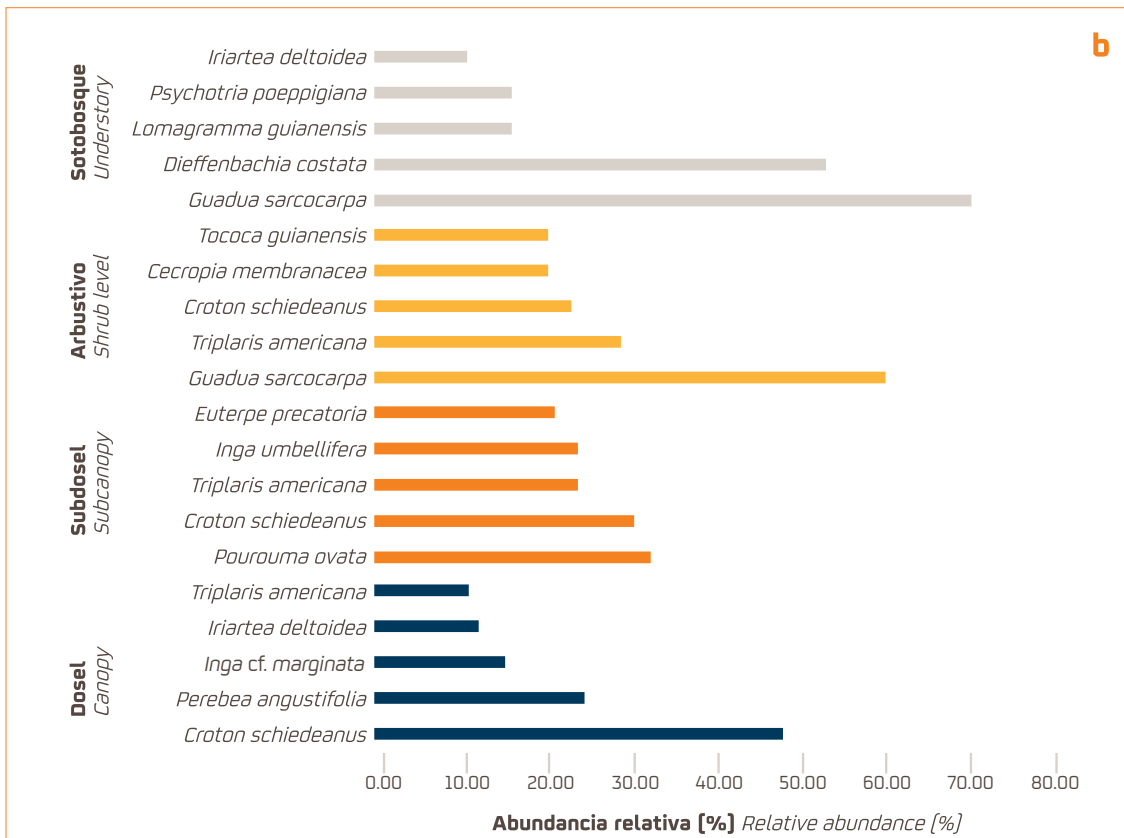
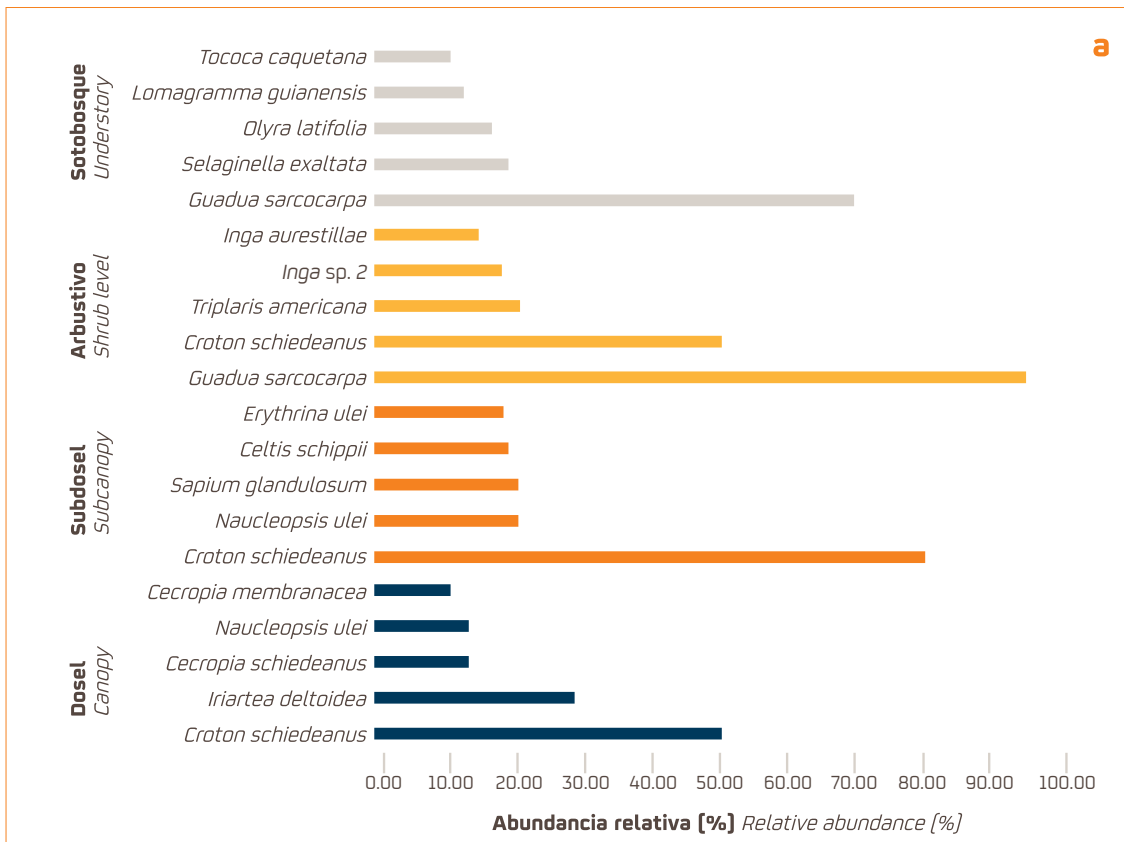


Figura 4. Especies con mayor abundancia relativa en bosques con pacal, a) bosque semidenso, b) bosque ralo con pacal

Figure 4. Species with the Greatest Relative Abundance in Forests with Bamboo: a) Semidense Forest, b) Bamboo-dominated Sparse Forest





fósiles vivientes como el helecho arbóreo o “yarinilla” *Cyathea caracasana* y la gimnosperma *Zamia poeppigiana*.

Finalmente, en el ámbito de estudio, se identificaron 292 especies de plantas (30 % del total registrado) con potencial uso por las comunidades nativas cercanas a la RCM. El grupo más importante corresponde a los árboles con potencial maderable (principalmente, lauráceas, fabáceas, meliáceas y miristicáceas), por lo que la RCM se puede considerar como un banco de semillas y germoplasma para la reforestación de especies madereras en otras zonas donde el recurso ha sido sobreexplotado. También son importantes las plantas de uso doméstico, como por ejemplo,

where this resource has been overexploited. Equally important are the plants for domestic use, such as numerous palm trees that provide fibers and raw materials for tools, for example, hunting artifacts (arrows), which are used by surrounding communities on a daily basis. To a lesser degree, plants with medical, alimentary and ornamental use, as well as those used for construction and as reservoirs of fresh water or for consumption, were recorded. It should be noted that these potential uses of resources are not associated with the high diversity of the RCM, but with the socioeconomic change in the adjacent communities.



▲ Frutos de un espécimen del género *Clidemia* (familia Melastomataceae).
Fruits of a specimen of the genus Clidemia (family Melastomataceae).

Cuadro 1. Especies de plantas amenazadas y endémicas registradas en la RCM

Table 1. Threatened and Endemic Species of Plants Recorded at the RCM

Familia Family	Especie Species	Nombre local Local Name	Nombre Machiguenga Machiguenga Name	Hábito Plant Type	D.S.No 046-2006-AG	IUCN (2015)	CITES (2015)	Endémica Endemic (León et al, 2006)	Bd-pm	Bd-pi	Bsd	Brp
Arecaceae	<i>Attalea tessmannii</i>	Shapaja		Palmera <i>Palm</i>		NT				X		
Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	Huacrapona	Kamona	Palmera <i>Palm</i>		LC			X	X	X	X
Bignoniaceae	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Tahuari	Komaro	Árbol <i>Tree</i>	VU						X	X
Celastraceae	<i>Maytenus macrocarpa</i>	Chuchuhuasi		Árbol <i>Tree</i>	NT					X		X
Costaceae	<i>Costus cf. scaber</i>			Hierba <i>Grass</i>		LC				X		X
Costaceae	<i>Costus productus</i>	Bastón de emperador	Kaaro, Sagondo	Hierba <i>Grass</i>			NT: CU, JU, PA, SM	X			X	
Costaceae	<i>Costus scaber</i>	Bastón de emperador	Kaaro	Hierba <i>Grass</i>		LC			X	X	X	X
Cyatheaceae	<i>Cyathea caracasana</i>		Yarinilla	Árbol <i>Tree</i>			II			X		
Cyclanthaceae	<i>Asplundia ulei</i>			Hierba <i>Grass</i>			DD: CU, AM, MD	X				
Cyclanthaceae	<i>Carludovica palmata</i>		Kepia	Hierba <i>Grass</i>		LC					X	X
Cyperaceae	<i>Rhynchospora corymbosa</i>			Hierba <i>Grass</i>		LC				X		
Fabaceae	<i>Amburana cearensis</i>	Ishpingo		Árbol <i>Tree</i>	VU	EN				X		X
Fabaceae	<i>Bauhinia cf. forficata</i>	Pata de ciervo		Árbol <i>Tree</i>		LR				X		X
Fabaceae	<i>Bauhinia porphyrotricha</i>	Escalera de mono		Liana			x: CU, JU, PA	X				
Fabaceae	<i>Inga cf. marginata</i>	Guabilla		Árbol <i>Tree</i>		LC				X		X
Fabaceae	<i>Inga cf. ruiziana</i>	Shimbillo		Árbol <i>Tree</i>		LC				X		X
Fabaceae	<i>Inga multinervis</i>	Guabilla		Árbol <i>Tree</i>		LC				X		X
Lauraceae	<i>Ocotea aciphylla</i>	Moena canela		Árbol <i>Tree</i>		LC				X		X
Lecythidaceae	<i>Couratari guianensis</i>	Caobilla		Árbol <i>Tree</i>		VU				X		X
Marantaceae	<i>Calathea pseudoveitchiana</i>	Bijahuillo	Tsipana	Hierba <i>Grass</i>			x: CU	X				
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	Santari	Árbol <i>Tree</i>	VU	EN	III		X		X	
Menispermaceae	<i>Abuta grandifolia</i>	Para para	Kepishitari	Árbol <i>Tree</i>	NT						X	
Moraceae	<i>Clarisia biflora</i>	Mashonaste	Tsonteintiroki	Árbol <i>Tree</i>	NT				X	X	X	X
Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i>	Mashonaste	Tsonteintiroki	Árbol <i>Tree</i>	NT				X	X		X
Myrtaceae	<i>Campomanesia speciosa</i>	Palillo		Árbol <i>Tree</i>		NT				X		
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i>			Arbusto <i>Shrub</i>	CR				X			
Olacaceae	<i>Minuartia guianensis</i>	Huacapú	Kapotiki	Árbol <i>Tree</i>		NT			X		X	X
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> sp.	Orquídea		Epífita*			II			X		
Piperaceae	<i>Piper itayanum</i>			Hierba <i>Grass</i>			x: CU, LO, PA		X			X
Poaceae	<i>Pharus latifolius</i>			Hierba <i>Grass</i>		LC				X		X
Rubiaceae	<i>Cinchona micrantha</i>			Árbol <i>Tree</i>			LC: AM, CA, CU, HU, MD, PA, PU, SM					X
Sapotaceae	<i>Manilkara cf. bidentata</i>	Quinilla		Árbol <i>Tree</i>	VU							X
Zamiaceae	<i>Zamia poeppigiana</i>			Arbust <i>Shrub</i>	VU	NT				X		

CR: en peligro crítico, EN: en peligro, VU: vulnerable, NT: casi amenazada, LC: de preocupación menor; DD: datos insuficientes.

II: Apéndice II de la CITES, III: Apéndice III de la CITES.

AM: Amazonas, CA: Cajamarca, CU: Cusco, JU: Junín, HU: Huánuco, MD: Madre de Dios, PA: Pasco, PU: Puno, SM: San Martín.

Bd-pm: Bosque denso premontano, Bd-pi: Bosque denso de pie de monte, Brp: Bosque ralo con pacal, Bsd: Bosque semidenso (x): presencia, [*] registrado en una rama caída del sotobosque.

CR: critically endangered, EN: endangered, VU: vulnerable, NT: nearly threatened, LC: of least concern; DD: insufficient data.

II: Appendix II of CITES, III: Appendix III of CITES.

Bd-pm: Premontane Dense Forest, Bd-pi: Foothill Dense Forest, Brp: Bamboo-dominated Sparse Forest, Bsd: Semidense Forest (x): presence, [*] recorded in an understory fallen branch.

numerosas palmeras que proporcionan fibras y material para herramientas, entre ellas, los artefactos de caza [flechas], que son empleadas diariamente por las comunidades adyacentes. En menor proporción se registraron plantas de uso medicinal, alimenticio, ornamental, para construcción y como reservorios de agua fresca o de consumo. Cabe señalar que estos usos potenciales de los recursos no están asociados a la alta diversidad de la reserva, sino al cambio socioeconómico de las comunidades adyacentes.

Discusión y conclusiones

La riqueza de especies de flora registrada representa alrededor del 59 % de la flora potencial de la RCM, la cual ha sido estimada a partir de estudios realizados cerca y dentro de la misma [SERNANP, 2012; Perú LNG, 2007]. Este valor muestra un significativo avance en el inventario de la diversidad florística en la reserva, considerando que el área de evaluación representa aproximadamente el 10 % de su superficie.

Dentro del contexto de la cuenca amazónica, la riqueza florística registrada en la RCM es relativamente baja [comparada con la Amazonía de

Discussion and Conclusion

The abundance of plant species recorded accounts for about 59 % of the potential flora in the RCM, which has been estimated from studies near and within it [SERNANP, 2012; Peru LNG, 2007]. This value shows a significant advance in the inventory of the floristic diversity in the RCM, considering that the assessed area represents approximately 10 % of its total surface.

In the context of the Amazon basin, the floristic richness recorded in the RCM is relatively low [compared to the Amazon of Loreto-Peru and Ecuador], yet it is similar with assessments made in the Lower Urubamba during the late 1990s or in the baseline studies in Lot 57 [Table 3]. The results are also consistent with studies of vegetation in the Lower Urubamba [Alonso & Dallmeier, 1998, 1999; Alonso et al., 2001], which show that the dominant canopy species are the "kerosene caspi", "kowivapini" or "komeriki" *Pseudosenefeldera inclinata*, the "pona" or "kamona" *Iriartea deltoidea* and the "paca" *Guadua sarcocarpa*. It should be noted

Cuadro 2. Riqueza de especies con uso potencial en la RCM

Table 2. Species Richness with Potential Use in the RCM

Uso potencial <i>Potential Use</i>	Nº de especies en el área de estudio <i>Nº of Species at the Study Area</i>	Nº de especies Bd-pm <i>Nº of Species Bd-pm</i>	Nº de especies Bd-pi <i>Nº of Species Bd-pi</i>	Nº de especies Bsd <i>Nº of Species Bsd</i>	Nº de especies Brp <i>Nº of Species Brp</i>
Maderable <i>Timber-yielding</i>	133	98	39	52	46
De uso doméstico (fibras, tintes, herramientas) <i>Household (fibers, dyes, tools)</i>	109	75	25	62	37
Ornamental	44	21	10	33	26
Alimenticio <i>Alimentary</i>	22	12	14	11	10
Medicinal <i>Medical</i>	20	13	7	11	9
Combustible <i>Fuel</i>	3	1	1	1	
Para construcción <i>Construction</i>	3	1	2		1
Reservorio de agua de consumo <i>Drinking water reservoir</i>	1			1	1

Bd-pm: Bosque denso premontano, Bd-pi: Bosque denso de pie de monte, Brp: Bosque ralo con pacal, Bsd: Bosque semidenso
Bd-pm: Premontane Dense Forest, Bd-pi: Foothill Dense Forest, Brp: Bamboo-dominated Sparse Forest, Bsd: Semidense Forest



Se evaluaron las plantas de todos los estratos del bosque.

Plants from every stratum of the forest were assessed.

Loreto-Perú y Ecuador), sin embargo es semejantes a la riqueza registrada en evaluaciones próximas realizadas en el Bajo Urubamba a finales de la década de 1990 o en los estudios de línea base en el Lote 57 [Cuadro 3]. Los resultados también son congruentes con estudios de vegetación en el Bajo Urubamba [Alonso & Dallmeier, 1998, 1999; Alonso *et al.*, 2001], donde se observa que las especies dominantes del dosel son el “kerosen caspi”, “kowivapini” o “komeriki” *Pseudosenefeldera inclinata*, la “pona” o “kamona” *Iriartea deltoidea* y la “paca” *Guadua sarcocarpa*; cabe indicar que estas especies son notablemente abundantes en los bosques de tierra firme [Alonso *et al.*, 2001] y que en el presente estudio representan a los bosques densos [premontano y de pie de monte].

La información de los datos biológicos y ecológicos, pone en evidencia que las principales funciones de la RCM son la de constituir un reservorio de toda la diversidad florística de la región del Bajo Urubamba, y la de ser una potencial fuente proveedora y restauradora de recursos maderables y no maderables en la región. Este potencial puede ser aprovechado por las comunidades nativas adyacentes en diferentes programas de manejo y gestión a lo largo del tiempo, e influye en la visión que los pobladores locales tienen de la reserva, como un “banco de semillas” de sus especies madereras [Kaibi, *com. pers.*, 2016], además de proporcionar bienes necesarios para su vida cotidiana [alimentos, medicinas, fibras, etc.] y la de generaciones futuras.

that these species are remarkably abundant in terra firme forests [Alonso et al., 2001] which are represented, in this study, by the dense forests [premontane and foothill].

Information of biological and ecological data shows that the main functions of the RCM are constituting a reservoir of all the floristic diversity of the Lower Urubamba region, and being a potential supplier and restorer source of timber and non-timber resources in the region. That potential can be exploited by the adjacent native communities in different management programs over time, and also influences the local people's views on the RCM as a “seed bank” of its timber species [Kaibi, pers. comm., 2016] and as provider of necessary goods for their daily life [food, medicines, fibers, etc.] and that of future generations.

Cuadro 3. Comparación de riqueza florística en diferentes lugares de la Amazonía

Table 3. Comparison of Floristic Abundance in Different Spots of the Amazon

Región <i>Region</i>	Lugar <i>Location</i>	Año <i>Year</i>	Unidad de muestreo <i>Sampling Unit</i>	Esfuerzo de muestreo <i>Sampling Effort</i>	S arbóreas <i>Tree S</i> ≥ 10 cm DAP	S prom. arbóreas <i>Average tree S</i> ≥ 10 cm -1 ha	S total <i>Total S</i>	Observaciones <i>Observations</i>	Fuente <i>Source</i>
Ecuador	Laguna Grande	1994	Parcela 1 ha <i>1 ha plot</i>	1 ha		307		Sitio con mayor diversidad arbórea del mundo <i>Site with the most diversity in the world</i>	Valencia <i>et al.</i> , [1994]
Loreto	Yanamono	1988	Parcela 1 ha <i>1 ha plot</i>	1 ha		300		Riqueza del dosel <i>Canopy abundance</i>	Gentry [1988]
Madre de Dios	Parque Nacional del Manu	1990	Parcela 1 ha <i>1 ha plot</i>			200		Riqueza del dosel <i>Canopy abundance</i>	Gentry & Terborgh [1990]
Cusco	Camisea, Bajo Urubamba	1999	PMW 0,1 ha	1 ha			520	Riqueza de todos los estratos <i>All strata abundance</i>	Alonso & Dallmeier [1999]
Cusco	Camisea, Bajo Urubamba	1997-1999	Parcela 1 ha <i>1 ha plot</i>	11 ha	603	151		Riqueza del dosel <i>Canopy abundance</i>	Alonso <i>et al.</i> , [2001]
Cusco	Kinteroni, Bajo Urubamba	2011	PMW 0,1 ha	2,7 ha			883	Riqueza de todos los estratos <i>All strata abundance</i>	Repsol Exploración Perú [2011]
Cusco	Sagari, Bajo Urubamba	2013-2014	PMW 0,1 ha	5,1 ha	414	81	741	Riqueza de todos los estratos <i>All strata abundance</i>	Repsol Exploración Perú [2015]
Cusco	Reserva Comunal Machiguenga	2014-2015	PMW 0,1 ha	5,0 ha	352	75	811	Riqueza de todos los estratos <i>All strata abundance</i>	Repsol Exploración Perú [presente estudio]

S: Riqueza; PMW: parcela modificada de Whittaker; DAP: diámetro a la altura del pecho.
S: *Richness*; MWP: *Modified-Whittaker Plot*; DBH: *Diameter at Breast Height*.

Referencias bibliográficas / References

- Alonso, A.; Dallmeier, F. & Campbell, P. [eds.]. [2001]. *Urubamba: The Biodiversity of a Peruvian Rainforest*. SIMAB Series # 7. Washington D.C.: Smithsonian Institution/MAB Program.
- Alonso, A. & Dallmeier, F. [eds.]. [1998]. *Biodiversity Assessment of the Lower Urubamba Region, Peru: Cashiriari 3 Well site and the Camisea and Urubamba Rivers*. SIMAB Series # 2. Washington, D.C.: Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program.
- Alonso, A. & Dallmeier, F. [eds.]. [1999]. *Biodiversity Assessment of the Lower Urubamba Region, Peru: Pagoreni Well Site, Assessment and Training*. SIMAB Series # 3. Washington, D.C.: Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program.
- Campbell, P.; Comiskey, J.; Alonso, A.; Dallmeier, F.; Nuñez, P.; Beltrán, H.; Baldeon, S.; Nauray, W.; De La Colina, R.; Acurio, L. & Udvardy, S. [2002]. Modified Whittaker Plots as an Assessment and Monitoring Tool for Vegetation in a Lowland Tropical Rainforest. *Environmental Monitoring and Assessment*, 76: 19–41.
- CITES. [2015]. *Apéndices I, II y III*. Recuperado de <https://www.cites.org/esp/app/appendices.php>.
- Comiskey, J. A.; Campbell, P.; Alonso, A.; Mistry, S.; Dallmeier, F.; Nuñez, P.; Beltrán, H.; Baldeon, S.; Nauray, W.; De la Colina, W.; Acurio, L. & Udvardy, S. [2001]. Vegetation Assessment of the Lower Urubamba Region, Peru. En F. Dallmeier, A. Alonso, & P. Campbell [eds.], *Biodiversity of the Lower Urubamba Region, Peru, SIMAB Series 7* [pp. 9-32]. Washington, D.C.: Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program.
- Gentry, A.H., & Terborgh, J. [1990]. Composition and Dynamics of the Cocha Cashu Mature Floodplain Forest Peru. En Gentry, A.H. [ed.], *Four Neotropical Rainforests* [pp. 542-564]. New Haven: Yale University Press.
- Gentry, A.H. [1988]. Changes in plant community diversity and floristic composition on geographical and environmental gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75:1-34.
- IUCN. [2015]. *Red List of Threatened Species*. Recuperado de <http://iucnredlist.org/amazing-species>
- ILV. [2011]. Diccionario *matsigenka* – castellano. Con índice castellano, notas enciclopédicas y *apuntes gramaticales*. Mary Ruth Wise [ed.] Lima, Perú: Instituto Lingüístico de Verano.
- Kalliola, R. & Puhakka, M. [1993]. Geografía de la selva baja peruana. En R. Kalliola; M. Puhakka & W. Danjoy [eds.], *Amazonia Peruana Vegetación Húmeda Tropical en el Llano Subandino* [pp. 9-21]. Jyväskylä, Finlandia: PAUT & ONERN.
- Kricher, J. [2011]. *Tropical Ecology*. Princeton: Princeton University Press.
- León, B.; Roque, J.; Ulloa, C.; Pitman, N.; Jørgensen, P.M. & Cano, A. [eds.]. [2006]. EL Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 13(2).
- Ministerio de Agricultura. [2006]. Decreto Supremo N° 043-2006-AG. En: *El Peruano* 9526: 323527-323539.
- Perú LNG. [2007]. *Estudio sobre Recursos Naturales y Medio Ambiente en la Reserva Comunal Machiguenga*. Lima, Perú: Perú LNG. [Elaborado por Walsh Perú S.A.].
- Repsol Exploración Perú. [2011]. Estudio de Impacto Ambiental [EIA] para el proyecto de desarrollo del Campo Kinteroni-Lote 57. Lima, Perú: REPSOL. [Elaborado por Walsh Perú S.A.]
- Repsol Exploración Perú. [2015]. Estudio de Impacto Ambiental [EIA] para el proyecto de desarrollo del Campo Sagari-Lote 57. Lima, Perú: REPSOL. [Elaborado por Walsh Perú S.A.]
- Stohlgern, T.J.; Falke, M.B. & Shell, L.D. [1995]. A modified-Wittaker nested vegetation sampling method. *Vegetation [Plant Ecology]*, 117: 113-121.
- SERNANP. [2012]. Diagnóstico del Proceso de Elaboración del Plan Maestro 2009-2013. Lima, Perú: SERNANP.
- Valencia, R.; Balslev, H. & Paz & Miño, G. [1994]. High tree alpha-diversity in Amazonian Ecuador. *Biodiversity and Conservation*, 3: 21-28.



EPÍFITAS VASCULARES

Vascular Epiphytes

Epífitas vasculares

Vascular Epiphytes

// Michael Vega & William Nauray //

Las plantas epífitas conforman uno de los componentes estructurales más importantes de los bosques tropicales y subtropicales de todo el mundo [Braun-Blanquet, 1979]; en especial por su particular "filosofía de vida", que consiste en vivir emplazadas sobre otras plantas, los cuales son denominados árboles hospederos o forofitos. Este "capricho" se ha visto justificado por la necesidad de evitar la competencia con las otras plantas que conforman la densa vegetación tropical. Por ello, éste es uno de los ejemplos más claros de la salvaje lucha que se da entre las plantas para conseguir luz, nutrientes, suministros de agua o espacio [Daubenmire, 1990; Vickery, 1991].

En los trópicos, las epífitas, de acuerdo con su estructura, se dividen en: a) vasculares, como es el caso de las orquídeas [familia Orchidaceae], aráceas [familia Araceae], bromelias [familia Bromeliaceae], helechos [superdivisión Pteridophyta], y muchos otros tantos taxones más; y b) no vasculares, como los musgos y líquenes [Krebs, 1978]. El objetivo del presente estudio fue evaluar la diversidad de las epífitas vasculares [plantas con flores y los helechos], por lo cual se analizó su representatividad en los estratos verticales y en las unidades de vegetación. Además, se determinaron las especies en categorías de conservación y de uso potencial por parte las comunidades circundantes a la reserva. Esta evaluación es también importante, porque añade información sobre este grupo de plantas que representa entre el 5-10 % de la riqueza de angiospermas para este tipo de ecosistemas en el Perú [Ibisch *et al.*, 1996], y del cual, sin embargo, muy poco se conoce en cuanto a su diversidad, ecología y estado de conservación.

Epiphytic plants are one of the most important structural components of tropical and subtropical forests around the world [Braun-Blanquet, 1979]; especially because of their particular "life philosophy", which consist in living emplaced on other plants called host trees or phorophytes. This "fancy" has been justified by the need of avoiding competition with other plants that form the dense tropical vegetation. Therefore, this is one of the clearest examples of the wild struggle among plants for light, nutrients, water supplies or space [Daubenmire, 1990; Vickery, 1991].

*In the tropics, according to their structure, epiphytes are divided into: a) vascular, such as orchids [family Orchidaceae], araceae [family Araceae], bromeliads [family Bromeliaceae], ferns [superphyllum Pteridophyta] and many more taxa; and b) nonvascular, such as mosses and lichens [Krebs, 1978]. The aim of this study was to evaluate the diversity of vascular epiphytes [flowering plants and ferns], thus their representation was analyzed both by vertical strata and by vegetation units. In addition, species listed in some category of conservation and species with potential use by the communities surrounding the RCM were recorded. This assessment is also important, because it adds information on this group of plants which represents between 5-10 % of the richness of angiosperms for this type of ecosystem in Peru [Ibisch *et al.*, 1996], and still very little it is known in terms of its diversity, ecology and conservation status.*

Métodos

Se tomaron como base los estudios de Catchpole (2004), Vega (2007a, 2007b), y Acuña-Tarazona (2012). Por ello, se eligieron al azar árboles con un DAP ≥ 10 cm y que fungieran como forofitos.

Los cambios en la comunidad de epífitas, producto de la estratificación vertical de los bosques, se evaluaron dividiendo cada uno de los forofitos en intervalos verticales cada 2 m hasta los primeros 10 m, que es el límite hasta el cual es posible evaluar la comunidad de epífitas sin tener que trepar un árbol, y como medida de seguridad para los investigadores (Figura 1). En total, se evaluaron 254 forofitos durante las temporadas húmeda (2014) y seca (2015), los cuales estuvieron ubicados de forma suficientemente dispersa dentro del área de estudio, para que sean representativos de las unidades de vegetación.

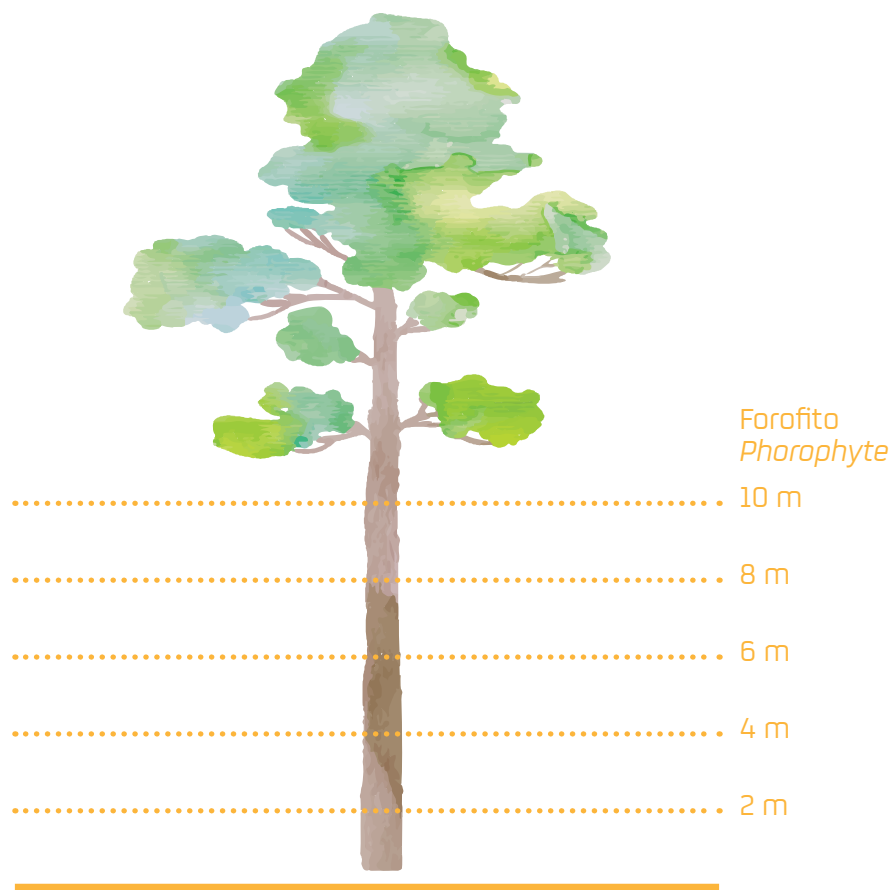
Methods

The studies of Catchpole (2004), Vega (2007a, 2007b), and Acuña-Tarazona (2012) were taken as a basis. Therefore, trees with a DBH ≥ 10 cm and that serve as phorophytes were chosen randomly.

Changes in the community of epiphytes, product of forests' vertical stratification, were evaluated by dividing each of the phorophytes in vertical intervals every 2 m up to the first 10 m, that is the limit to which it is possible to assess the community of epiphytes without climbing a tree, as a safety measure for researchers (Figure 1). In total, 254 phorophytes were evaluated during the wet (2014) and dry (2015) seasons, which were located in a sufficiently dispersed way within the study area to be representative of the vegetation units.

Figura 1. Esquema de estratificación vertical para la evaluación de epífitas en la RCM

Figure 1. Vertical Stratification Scheme for the Evaluation of Epiphytes in the RCM





▲ Orquídea epífita del género *Maxillaria*. / Epiphytic orchid of the genus *Maxillaria*.

Resultados

Se registró un total de 179 especies de epífitas vasculares, distribuidas en 25 familias. Las familias con la mayor riqueza fueron: Araceae o aráceas [51 especies], Polypodiaceae o polipodios [23 especies], Orchidaceae u orquídeas [18 especies], Piperaceae o piperáceas [15 especies] y Dryopteridaceae o driopteridáceas [13 especies]. Estos resultados son congruentes con los de Küper *et al.* [2004], de los que concluyeron que las orquídeas, helechos, aráceas y bromelias generalmente represen el 75 % de la diversidad de epífitos en el neotrópico; así como con el estudio de Gentry & Dodson [1987], en el que también se determinó que los grupos de epífitas más diversos fueron las familias indicadas previamente, además de otros taxones como las piperáceas, melastomatáceas [familia Melastomataceae] y gesneriáceas [familia Gesneriaceae].

Results

A total of 179 species of vascular epiphytes distributed in 25 families were recorded. The families with the greatest richness were: Araceae [51 species], Polypodiaceae or “tree ferns” [23 species], Orchidaceae or “orchids” [18 species], Piperaceae [15 species] and Dryopteridaceae [13 species]. These results are consistent with those of Küper *et al.*, [2004], from which they concluded that orchids, ferns, bromeliads and generally araceae represent 75 % of the diversity of epiphytes in the Neotropics; as well as with the study of Gentry & Dodson [1987], which also stated that the groups of epiphytes with the highest diversity were the families previously mentioned, along with others such as Piperaceae, Melastomataceae and Gesneriaceae.

El análisis general de la distribución vertical y abundancia de las epífitas, mostró una indiscutible dominancia de las aráceas hasta los 6 m de altura, a partir de donde se observó un incremento significativo de la presencia de orquídeas, que llega a su zenit a los 10 m [donde se convirtieron en el grupo dominante]. En bosques submontanos y montanos de Bolivia, semejantes a los de la RCM, también se ha registrado una dominancia de aráceas epífitas en los estratos verticales bajos [que incluyen también a los helechos], mientras que las orquídeas son más abundantes en el dosel [Krömer *et al.*, 2007], por lo que los resultados de nuestro estudio confirmaron esta tendencia.

Otros grupos interesantes fueron las piperáceas [sobre todo del género *Peperomia*], cuya abundancia fue notoria sobre todo en los primeros 2 m; los helechos driopteridáceos, que se concentraron mayormente entre los 4-8 m; y finalmente, los helechos polipodios, cuya presencia fue significativa en los estratos superiores, hasta los 10 m [Figura 2].

The overall analysis of vertical distribution and abundance of epiphytes showed an indisputable dominance of araceae up to 6 m height, from where a significant increase of orchids was observed and reached their zenith at 10 m height [where they became the dominant group]. In submontane and montane forests of Bolivia, like those of the RCM, a dominance of epiphytic Araceae in the low vertical strata [which also include ferns] was recorded, while orchids were more abundant in the canopy [Krömer et al., 2007]. Therefore, the results of our study confirmed this trend.

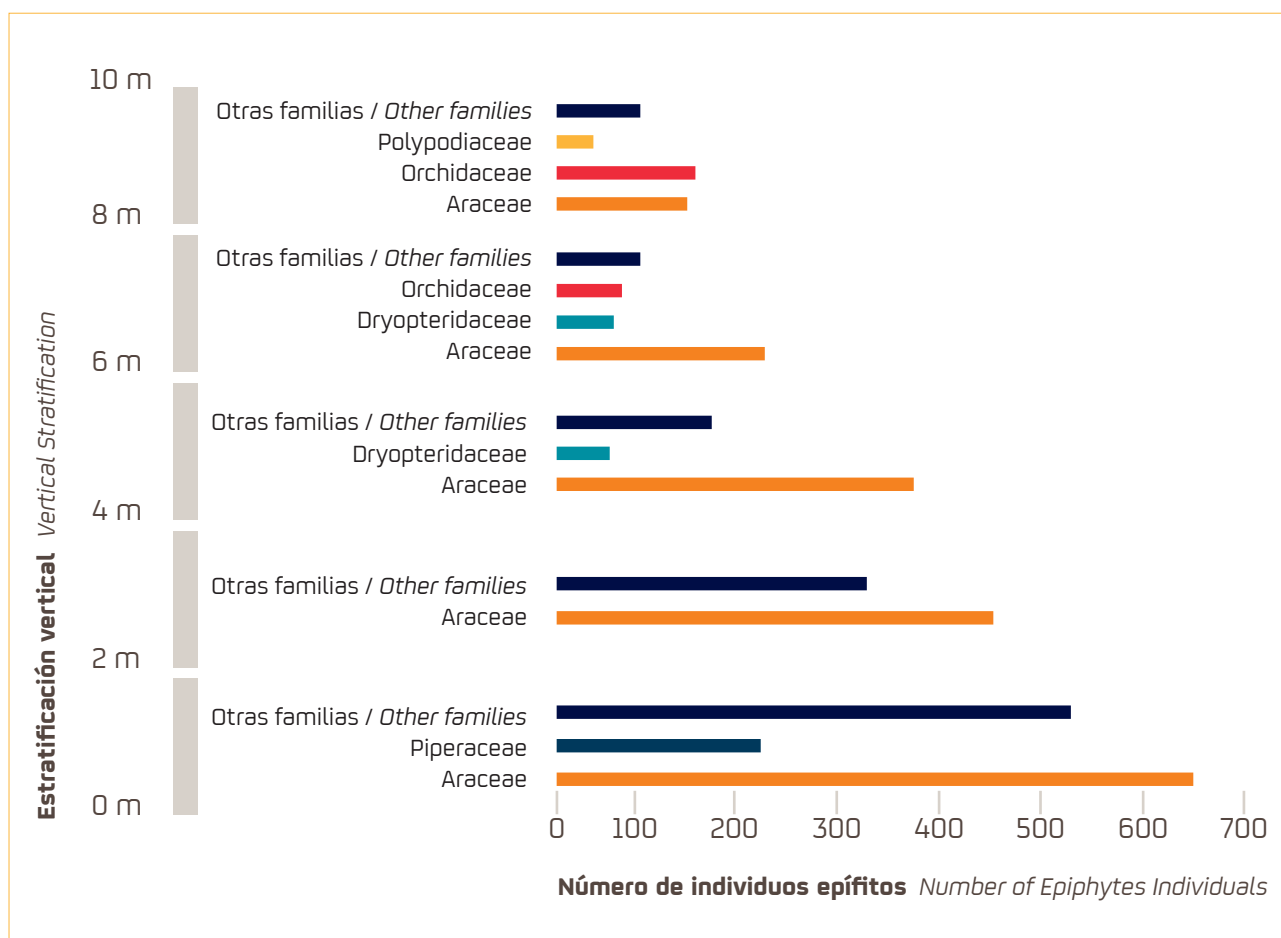
Other interesting groups were the Piperaceae [especially the genus Peperomia], whose abundance was remarkable especially in the first 2 m; the Dryopteridaceae ferns, which are mostly concentrated between 4 - 8 m high; and finally, the tree ferns, whose presence was significant in the upper strata, up to 10 m high [Figure 2].



Tronco de árbol saturado de orquídeas. / Tree trunk saturated with orchids. ▲

Figura 2. Representación porcentual de la abundancia de las familias más importantes por estrato vertical en la RCM

Figure 2. Percentage Representation of the Abundance of the Most Important Families through Vertical Strata in the RCM



En general, la abundancia de epífitas se mantuvo semejante en cada estrato vertical, aunque con ciertas particularidades en cada uno de ellos. En el Bosque denso premontano [Bd-pm] la presencia de helechos driopteridáceos fue más notoria en todos los estratos, y la dominancia de las orquídeas en los estratos superiores fue mucho más evidente (Figura 3). Esto se debió a que en esta unidad de vegetación se encuentran las superficies de mayor altitud en la RCM, y en concordancia con la alta diversidad de estas plantas, en el Perú, entre los 500 a 1500 m de altitud [Ibisch et al., 1996].

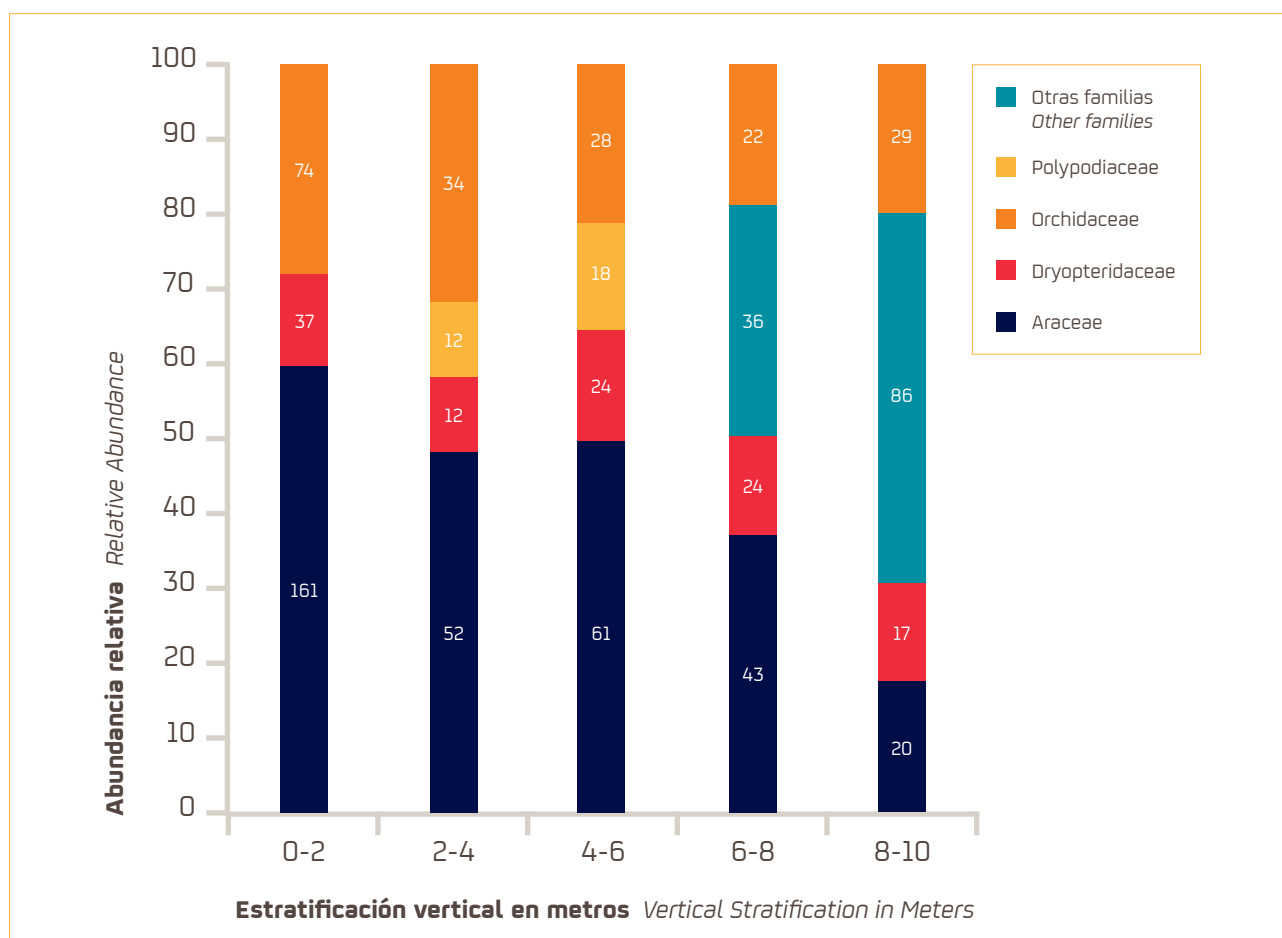
Por su parte, el Bosque denso de pie de monte [Bd-pi] fue el único lugar donde las orquídeas no fueron abundantes en los estratos superiores, en contraste con las aráceas que dominaron en todos los estratos (Figura 4), probablemente, debido al incremento en

In general, the abundance of epiphytes similar through all vertical strata, with certain peculiarities in each though. In the Premontane dense forest [Bd-pm], the presence of Dryopteridaceae ferns was more pronounced in all strata, whilst the dominance of orchids in the upper strata was much more evident [Figure 3]. It happened because the highest altitude surface in the RCM is found in this vegetation unit, according to the high diversity of these plants in Peru, between 500 to 1500 meters above sea level [Ibisch et al., 1996].

Moreover, the Foothill dense forest [Bd-pi] was the only place in which orchids were not abundant in the upper strata, in contrast with the Araceae that were dominant in all strata [Figure 4], probably due to increase in the height of the canopy. Other important groups were the Cyclanthaceae, which

Figura 3. Abundancia de las familias más importantes por estrato vertical en el Bosque denso premontano (Bd-pm)

Figure 3. Abundance of the Most Important Families through Vertical Strata in the Premontane Dense Forest (Bd-pm)



altura del dosel arbóreo. Otros grupos importantes fueron las ciclantáceas, particularmente abundantes entre los 2 y 6 m, y los helechos driopteridáceos que fueron numerosos entre los 6 y 10 m.

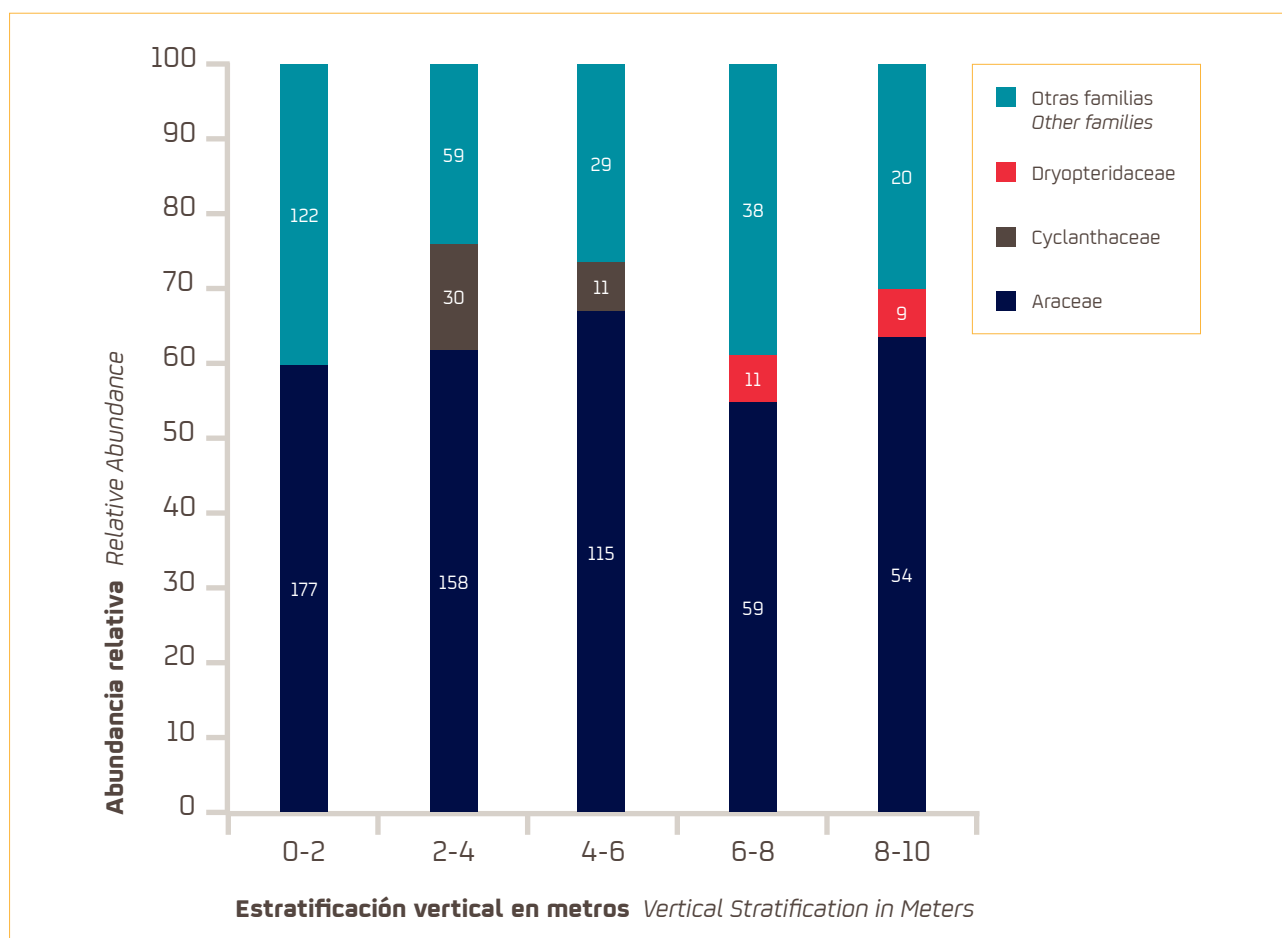
En el bosque semidenso (Bsd), los helechos driopteridáceos y las piperáceas fueron representativas sólo en los primeros 4 m, mientras que en el estrato superior (8-10 m) se observó una notable abundancia de los helechos polipodios y de las bromelias, además del taxón dominante representado por las orquídeas (Figura 5). Es muy probable que el recambio notorio de aráceas por orquídeas, polipodios y bromelias, en los estratos próximos a los 10 m, se deba al menor tamaño del dosel arbóreo de esta unidad de vegetación, producto de la influencia del bambú amazónico (género *Guadua*).

were particularly abundant between 2 and 6 m high, and the Dryopteridaceae ferns, which were numerous between 6 and 10 m high.

In the Semidense forest (Bsd), Dryopteridaceae ferns and Piperaceae were representative only in the first 4 m, while in the upper layer (8-10 m) a remarkable abundance of tree ferns and bromeliads was noted, in addition to the dominant taxon represented by orchids (Figure 5). It is very likely that the notorious replacement of Araceae with orchids, tree ferns and bromeliads, in the strata close to 10 m, is due to the smaller size of the canopy in this vegetation unit, product of the influence of Amazonian bamboo (genus *Guadua*).

Figura 4. Abundancia de las familias más importantes por estrato vertical en el Bosque denso de pie de monte (Bd-pi)

Figure 4. Abundance of the Most Important Families through Vertical Strata in the Foothill Dense Forest (Bd-pi)



En el bosque ralo con pacal (Brp), se debería presentar una situación semejante a la del Bsd, debido a la mayor influencia del bambú; sin embargo las aráceas fueron dominantes en todos los estratos, al igual que en el Bd-pi. Por otro lado, la particularidad fue que en el Brp se observó también la presencia de las orquídeas en el estrato superior, de 8 a 10 m, aunque no fueron las más abundantes. Por tanto, la influencia del tamaño del dosel es un factor más que puede influir en la generación de microhábitats apropiados para el desarrollo de epífitas.

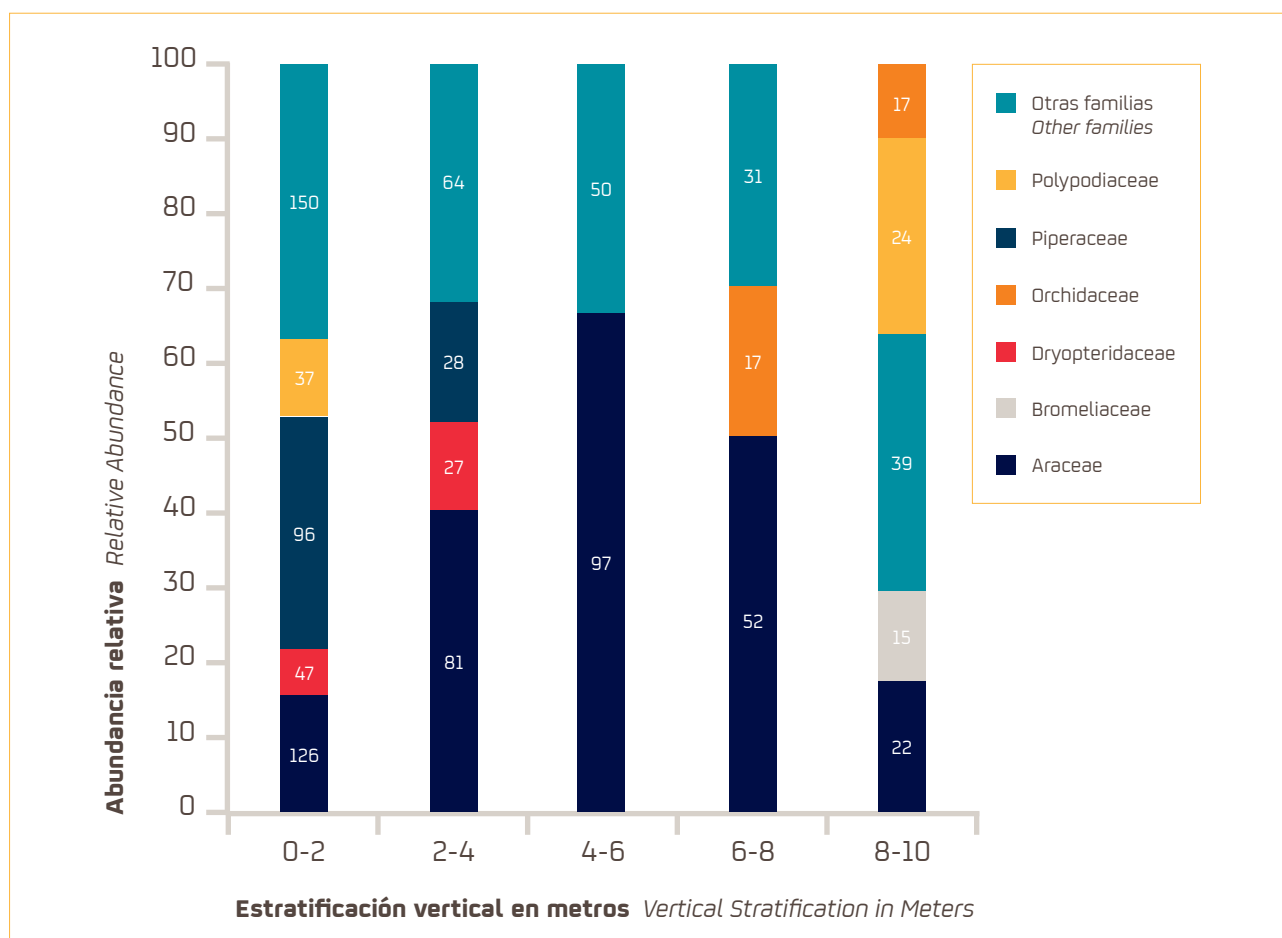
Sobre el estado de conservación de las epífitas vasculares, se observaron 33 especies incluidas en listas de conservación nacional e internacional (Cuadro 1). De acuerdo a la normativa peruana (D.S. N° 043-2006-AG), la orquídea *Chaubardia klugii* se encuentra en categoría *vulnerable* (VU). Con relación

In the Bamboo dominated Sparse Forest (Brp), a similar situation to the Bsd should occur, due to the greater influence of bamboo; however the Araceae were dominant in all strata, as in the Bd-pi. On the other hand, the peculiarity was that in the Brp, orchids were observed in the top strata, 8 to 10 m high, although they were not the most abundant (Figure 6). Therefore, the influence of the canopy size is another factor that may influence the generation of appropriate microhabitats for the development of epiphytes.

*In terms of conservation of vascular epiphytes, 33 of the observed species are included in national and international lists of conservation (Table 1). According to Peruvian law (D.S. N° 043-2006-AG), *Chaubardia klugii* is an orchid with vulnerable category (VU). With regards to the species listed*

Figura 5. Abundancia de las familias más importantes por estrato vertical en el Bosque semidenso

Figure 5. Abundance of the Most Important Families through Vertical Strata in the Semidense Forest [Bsd]



a las especies comprendidas en la CITES¹ (2015), las orquídeas y las cactáceas se encuentran en el Apéndice II². Por otro lado, no se registraron epífitas endémicas según la lista de León *et al.*, 2006.

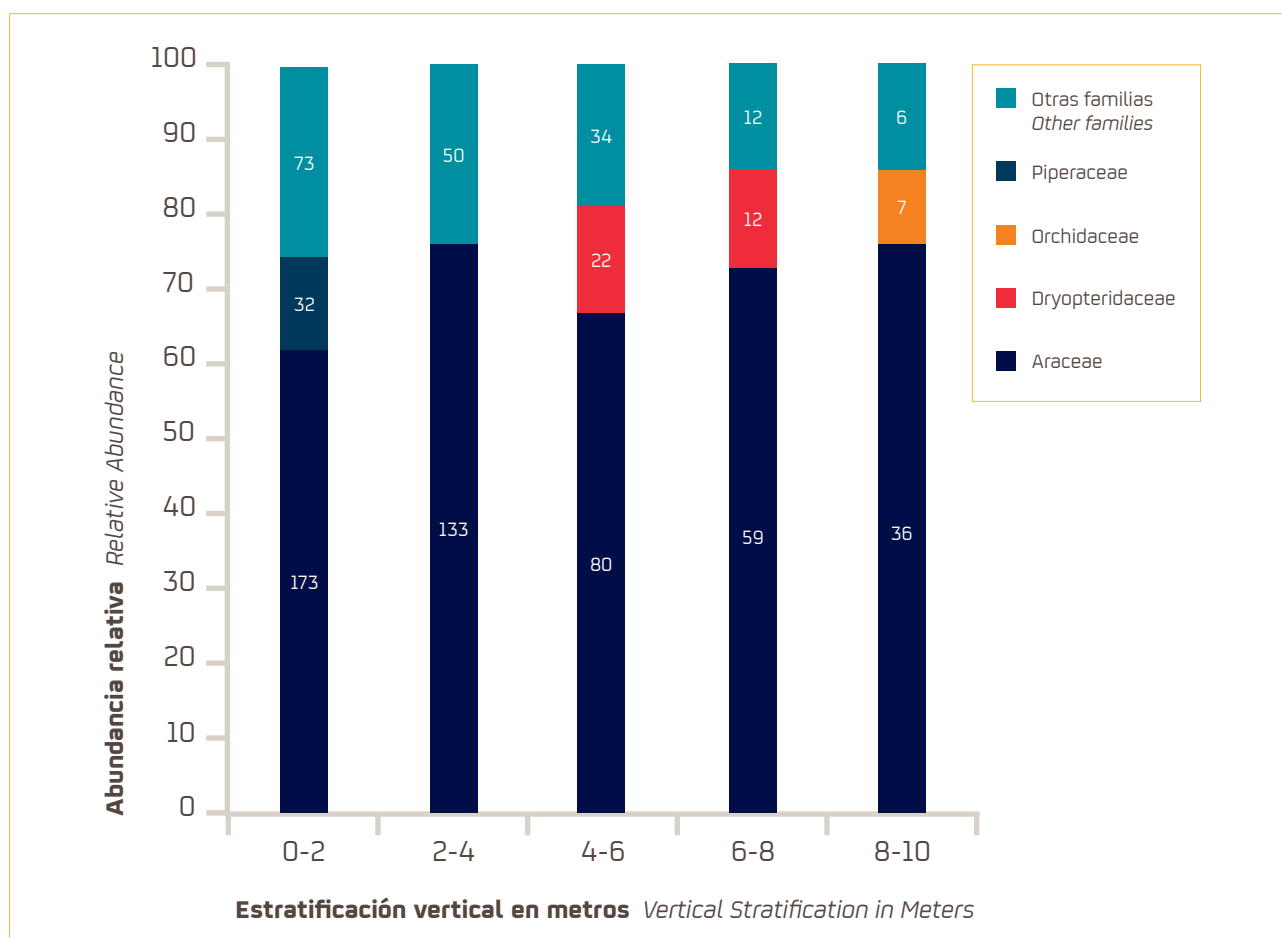
No se registraron especies con uso potencial por parte de las comunidades. Si bien las comunidades locales son conscientes de su existencia y las denominan “oshpatona”, e incluso las distinguen de los musgos, a los que denominan “shirompi”, al parecer las epífitas tienen poca o escasa relevancia en sus actividades cotidianas. Muy posiblemente, el hecho de que la mayoría de epífitas se encuentran “sobre los árboles” y, por consiguiente, completamente fuera del alcance y de la vista de los pobladores locales, haya ocasionado que su conocimiento o incluso su interés sobre este grupo de plantas sea mínimo. La única excepción es el caso de las plantas denominadas

by CITES¹ (2015), orchids and cacti are listed in Appendix II². On the other hand, endemic epiphytes were not recorded, according to the list of León *et al.*, 2006.

Neither of the recorded species has a potential use by the communities. Although local communities are aware of the existence of epiphytes, locally called “oshpatona”, and even distinguish them from mosses, which are called “shirompi”, apparently epiphytes have little or no relevance in their daily activities. The fact that most epiphytes are located “on trees” and, therefore, are completely out of the reach and sight of local people, has possibly made their knowledge or even the interest in this group of plants to be minimal. The only exception is the case of the plants called “tanshi”, which are Araceae of the

Figura 6. Abundancia de las familias más importantes por estrato vertical en el Bosque ralo con pacal (Brp)

Figure 6. Abundance of the Most Important families through Vertical Strata in the Bamboo-dominated Sparse Forest (Brp)



“tanshi”, que son aráceas del género *Heteropsis* [4 especies registradas], y a las especies *Evodianthus funifer* y *Thoracocarpus bissectus*, de la familia Cyclanthaceae, que son fuente de fibra vegetal, principalmente para la fabricación de sogas. Por otro lado, existen algunas epífitas con valor potencial como plantas ornamentales, como las orquídeas [18 especies], piperáceas [15 especies], bromelias [10 especies], gesneriáceas [6 especies], cactáceas [2 especies], begonias [2 especies] y hasta algunos helechos. Sin embargo, este potencial no ha sido aprovechado hasta el momento por las comunidades circundantes a la reserva.

genus Heteropsis [4 species recorded], and the species Evodianthus funifer and Thoracocarpus bissectus from the family Cyclanthaceae, which are a source of vegetable fiber, mainly for making ropes. On the other hand, there are some epiphytes with potential value as ornamental plants such as orchids [18 species], Piperaceae [15 species], bromeliads [10 species], Gesneriaceae [6 species], cacti [2 species], begonias [2 species] and even some ferns. However, this potential has not been exploited so far by the communities surrounding the reserve.

¹ Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres.

² Especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio [CITES, 2015].

¹ Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora

² Species not necessarily threatened with extinction but they may become threatened unless trade is closely controlled [CITES, 2015].

Cuadro 1. Especies de epífitas amenazadas y endémicas registradas en la RCM

Table 1. Threatened or Endemic Epiphytic Species in the RCM

Nº	Familia Family	Especies Species	D.S. 043-2006-AG	CITES	Unidad de vegetación Vegetation Unit
1	Cactaceae	<i>Epiphyllum phyllanthus</i>		II	Bd-pm, Bsd
2	Cactaceae	<i>Pseudorhipsalis ramulosa</i>		II	Bd-pm
3	Orchidaceae	<i>Chaubardia klugii</i>	VU	II	Bd-pi, Bsd
4	Orchidaceae	<i>Dichaea morrisii</i>		II	Bd-pm, Bd-pi, Brp
5	Orchidaceae	<i>Epidendrum</i> sp.		II	Bd-pm
6	Orchidaceae	<i>Maxillaria acutifolia</i>		II	Bd-pm
7	Orchidaceae	<i>Maxillaria aurea</i>		II	Bd-pm, Bsd
8	Orchidaceae	<i>Maxillaria infausta</i>		II	Bsd
9	Orchidaceae	<i>Maxillaria scorpioidea</i>		II	Bd-pm
10	Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> sp.		II	Bd-pm, Bsd
11	Orchidaceae	<i>Maxillaria undata</i>		II	Bd-pm
12	Orchidaceae	<i>Octomeria</i> sp.		II	Bd-pm
13	Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> sp.1		II	Bd-pm, Bsd
14	Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> sp.2		II	Bd-pm, Brp
15	Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> sp.3		II	Bsd
16	Orchidaceae	<i>Scaphyglottis</i> cf. <i>sessiliflora</i>		II	Bd-pm, Bd-pi, Bsd
17	Orchidaceae	<i>Sobralia</i> sp.		II	Bd-pm, Bsd
18	Orchidaceae	Subtribu Oncidiinae		II	Bd-pm, Bsd
19	Orchidaceae	Tribu Gongoreae		II	Bd-pm, Bd-pi, Brp
20	Orchidaceae	<i>Trigonidium</i> sp.		II	Bd-pi

VU = Vulnerable; II = Apéndice II; Bd-pm: bosque denso premontano; Bd-pi: bosque denso de pie de monte; Bsd: bosque semidenso; Brp: bosque ralo con pacal

VU = Vulnerable; II = Appendix II; Bd-pm: Premontane Dense Forest; Bd-pi: Foothill Dense Forest; Bsd: Semidense Forest; Brp: Bamboo-dominated Sparse Forest

Discusión y conclusiones

De acuerdo con Leimbeck (2002), y considerando el gran número de especies de epífitas vasculares que se han descrito para el neotrópico, el conocimiento sobre la ecología y la biología de dichas especies "parece infinitamente pequeño", por lo que hasta el momento existen muchos vacíos de información al respecto [Gentry & Dodson 1987; Ibisch *et al.*, 1996; Nieder *et al.*, 1997; Vega, 2007a]. Por ello, el presente estudio permite tener un mayor alcance sobre la diversidad y la distribución de estas plantas en los bosques lluviosos tropicales del sur de Perú. Asimismo, si se comparan los resultados del presente estudio con otros similares, como los de la Reserva de Biósfera Oxapampa-Ashaninka-Yánesha [Catchpole, 2004; Acuña-Tarazona, 2012], y la Concesión para la Conservación Río Los Amigos [Vega, 2007a], la diversidad epifítica de la RCM es equiparable a la de estas áreas megadiversas.

En cuanto a su relación ecológica y estado de conservación, las comunidades de epífitas están subordinadas a las comunidades de árboles que les sirven como forofitos, por lo que la conservación de la diversidad de epífitas depende directamente del estado de los bosques que les sirven de hábitats [Braun-Blanquet, 1979; Vega, 2007a y 2007b]. Por ello, las plantas epífitas son afectadas casi por los mismos efectos que alcanzan a toda la estructura de la vegetación; por ejemplo, en la RCM se observa *a priori* una menor abundancia de epífitas vasculares en el bosque semidenso y en el bosque ralo con pacal, debido, muy probablemente, a las profusas poblaciones del bambú amazónico [*Guadua* spp.] que cambian o alteran los bosques, incluso a nivel de los hospederos adecuados para el desarrollo de epífitas vasculares. En cuanto a los forofitos [Vega, 2007b], la colonización por epífitas vasculares depende del tiempo en que los forofitos permanezcan en el bosque, así como de su tamaño. Por ende, es necesaria la existencia de árboles grandes, como los emergentes que se observan en la RCM, ya que garantiza el desarrollo y la conservación de las epífitas, así como la de la flora en general.

Discussion and Conclusion

According to Leimbeck (2002) and considering the large number of vascular epiphytes species described for the neotropics, the knowledge about the ecology and biology of these species "seems to be infinitely small", thus, up to date there are many information gaps related to them [Gentry & Dodson, 1987; Ibisch *et al.*, 1996; Nieder *et al.*, 1997; Vega, 2007a]. Therefore, this study allows for a greater insight on the diversity and distribution of these plants in the tropical rain forests of southern Peru. In addition, comparing the results of this study to other similar studies, such as the one conducted in the Biosphere Reserve Oxapampa-Ashaninka-Yanesha [Catchpole, 2004; Acuña-Tarazona, 2012], or the one conducted in Los Amigos Conservation Concession [Vega, 2007a], the epiphytic diversity of the RCM is comparable to that of the mentioned megadiverse areas.

As for their ecological relationship and state of conservation, communities of epiphytes are subordinate to the communities of trees that serve them as phorophytes, so that the preservation of the diversity of epiphytes depends directly on the state of the forests that serve as habitats [Braun-Blanquet, 1979; Vega 2007a & 2007b]. Therefore, epiphytic plants are affected almost by the same effects that reach all the vegetation structure. For instance, in the RCM it is seen *a priori* a lower abundance of vascular epiphytes in the semidense forest and the bamboo dominated sparse forest, probably because of the profuse populations of the Amazon bamboo [*Guadua* spp.] that change or alter forests, even at the level of hosts, suitable for the development of vascular epiphytes. With regards to the phorophytes [Vega, 2007b], colonization by vascular epiphytes depends on the time phorophytes remain in the forest as well as on their size. Therefore, the existence of large trees, like those emerging trees seen in the RCM, is needed, because it ensures the development and conservation of epiphytes and flora in general.

Las aráceas epífitas son más comunes en la parte baja de los árboles, mientras que las orquídeas epífitas son más frecuentes en el dosel.

Epiphytic aroids are more common in the lower parts of trees' trunks, while epiphytic orchids are more common in the canopy.



Cuadro 2. Riqueza de epífitas vasculares en la RCM con respecto a las principales evaluaciones de epífitas efectuadas en Perú

Table 2. Richness of Vascular Epiphytes in the RCM according to the Main Studies of Epiphytes Conducted in Peru

Estudio Study	Nº de familias Nº of Families	Nº de especies Nº of Species	Altitud [m] Altitude [m]	Departamento Department
Repsol Exploración Perú (2014-2015)	25	179	600-900	Cusco
Acuña-Tarazona (2012)	20	132	400	Pasco
Vega (2007a)	17	165	200	Madre de Dios
Catchpole (2004)	15	195	2400	Pasco



Referencias bibliográficas / References

- Acuña-Tarazona, M. [2012]. *Flora epífita vascular representativa de bosque montano y de llanura amazónica del Parque Nacional Yanachaga Chemillén (Dxapampa, Pasco)*. Tesis para optar el título de biólogo. Lima, Perú: UNMSM.
- Braun-Blanquet, J. [1979]. *Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Rosario, Argentina: H. Blume.
- Catchpole, D. [2004]. *The ecology of vascular epiphytes on Ficus L. Host (Moraceae) in a Peruvian cloud forest*. Tesis para optar el grado de Magister. Tasmania, Australia: Universidad de Tasmania.
- CITES. [2015]. *Apéndices de la CITES*. Recuperado de <http://www.cites.org>.
- Daubenmire, R.F. [1990]. *Ecología vegetal: Tratado de autoecología de plantas*. México D.F.: Editorial Limusa.
- Gentry, A.H. & Dodson, C.H. [1987]. Diversity and biogeography of Neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 74 [2]: 205-233.
- Ibsch, P.L.; Boegner, A.; Nieder, J. & Barthlott, W. [1996]. How diverse are Neotropical epiphytes? An analysis based on the "Catalogue of flowering plants and gymnosperms of Peru". *Ecotropica* 2: 13-28.
- Krebs, C.J. [1978]. *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. Segunda edición. Nueva York: Haper & Row.
- Krömer, T.; Kessler, M. & Gradstein, R.S. [2007]. Vertical stratification of vascular epiphytes in submontane and montane forest of the Bolivian Andes: the importance of the understory. *Plant Ecology*, 189: 261-278.
- Küper, W.; Krefth, H.; Nieder, J.; Köster, N. & Barthlott, W. [2004]. Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forests. *Journal of Biogeography*, 31: 1477-1487.
- Leimbeck, R.M. [2002]. *Ecology and diversity of Neotropical araceae*. Tesis para optar el título de Ph.D. Aarhus, Dinamarca: University of Aarhus.
- León, B.; Roque, J.; Ulloa, C.; Pitman, N.; Jørgensen, P.M. & Cano A. [2006]. EL libro rojo de las plantas endémicas del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 13[2].
- Nieder, J.; Ibsch, P.L. & Barthlott, W. [1997]. Biodiversidad de epífitas – Una cuestión de escala. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, 17-18: 59-62.
- Vega, M.S. [2007a]. *Composición florística y estructura de las comunidades de plantas epífitas en tres tipos de bosques en la cuenca baja del río Los Amigos, Provincia de Manu – Madre de Dios*. Tesis para optar el título de Biólogo. Lima, Perú: UNALM.
- Vega, M.S. [2007b]. Caracterización física del fuste de los fitóforos en el Parque Nacional Yanachaga – Chemillén y su implicancia sobre la diversidad de epífitas vasculares. Ponencia del IV Congreso Peruano de Ecología. Arequipa, Perú: Asociación Peruana de Ecología.
- Vickery, M. L. [1991]. *Ecología de plantas tropicales*. México D.F.: Editorial Limusa.

◀ Bosques bien conservados donde se desarrollan las epífitas.

Healthy forests where epiphytes develop.



A close-up photograph of a lichen growing on a tree branch. The lichen consists of numerous small, yellowish, leaf-like structures with a slightly ruffled or scalloped edge. These structures are attached to a dark brown, textured surface, likely the bark of a tree. The background is blurred, showing more of the lichen and a green leaf. The overall lighting is soft and natural.

EPÍFITAS NO VASCULARES: LÍQUENES

Non-vascular Epiphytes: Lichens

Epífitas no vasculares: líquenes

Non-vascular Epiphytes: Lichens

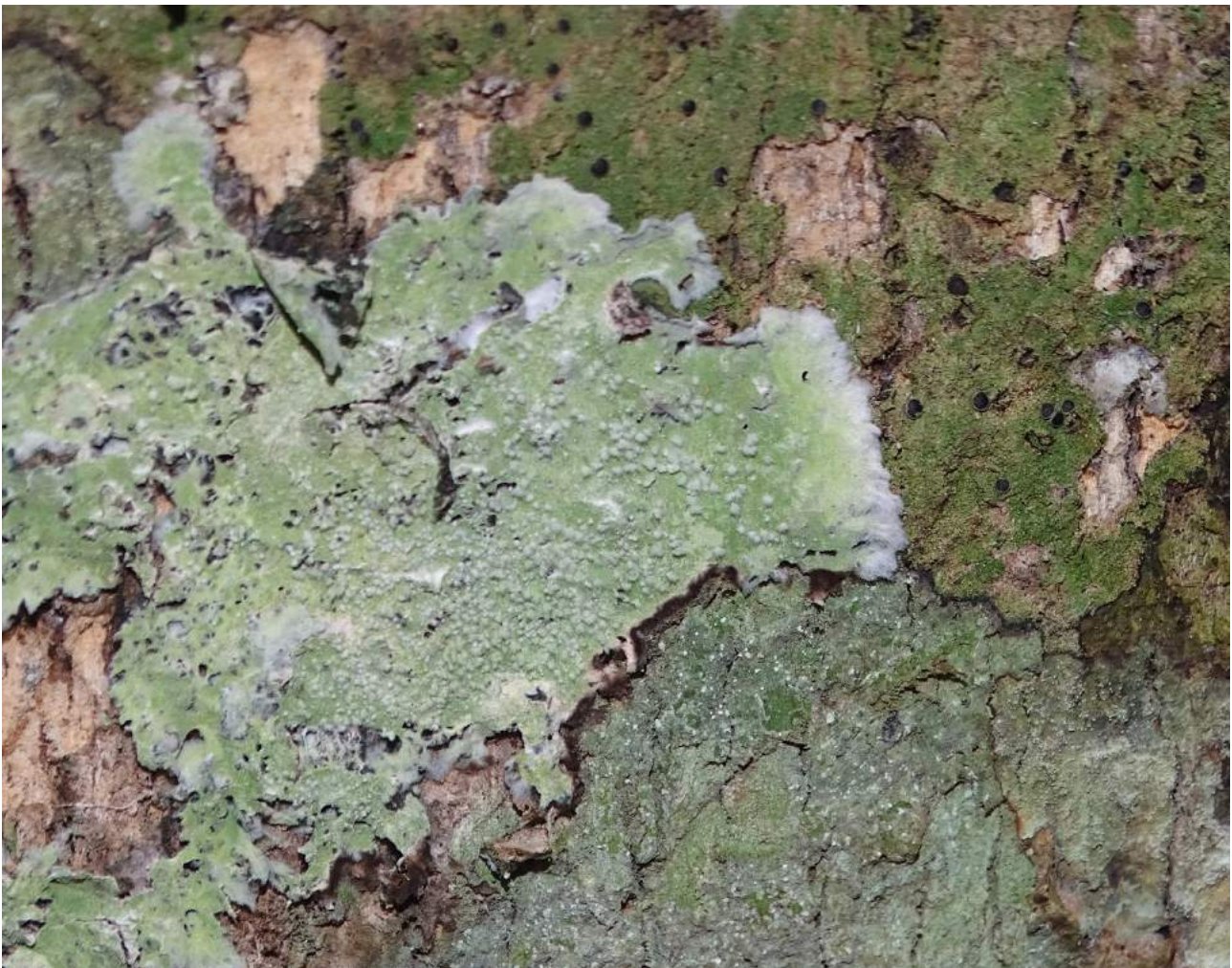
// Rosa Bueno, Margot Panta-Corzo & William Nauray //

Introducción

Los líquenes son un componente importante de la flora no vascular en bosques tropicales, los cuales pueden exhibir una amplia riqueza de especies y composición florística muy variada [Sipman, 1995], así como también pueden presentar el más alto desarrollo en ambientes cálidos y húmedos como son los bosques tropicales [Braun-Blanquet, 1979]. El área de estudio posee una gran riqueza de especies, probablemente por los diversos hábitats y plasticidad que presentan las familias de líquenes para conservar la humedad,

Introduction

Lichens are an important component of non-vascular flora in tropical forests, which can present a wide richness of species and varied species composition [Sipman, 1995], as well as the highest development in hot and humid environments, such as tropical forests [Braun-Blanquet, 1979]. The study area has a great richness of species, probably due to the diversity of habitats and the plasticity that families of lichens have in order to conserve moisture, even in relatively xeric [i.e., with scarce humidity] environments, such



▲ Líquen epífito del tipo crustáceo. / An Epiphytic Crustaceous Lichen.



Los líquenes son buenos indicadores de calidad del ambiente.

Lichens are good indicators of the environmental quality.

incluso en ambientes relativamente xéricos (i.e., de escasa humedad), como son las copas de los árboles, en donde se presentan muchas especies de líquenes foliícolas. Los bosques con estas características crean la necesidad en las plantas pequeñas de desarrollar la estrategia epífita [Granados-Sánchez *et al.*, 2003] como la más resaltante entre los líquenes.

Los líquenes al igual que otras epífitas tienen un papel importante en la dinámica del bosque, bien sea por la retención de agua y nitratos de la humedad del ambiente, como por atrapar semillas y servir de sustrato para la fijación de otras epífitas [Romero, 1999]. Asimismo, algunos líquenes tienen un potencial alimenticio o medicinal; además de ofrecer una gran variedad de nichos ecológicos para otros organismos, como los artrópodos (ácaros y arañas) [Sharnoff & Rosentreter, 1998]. Otro aspecto importante de este grupo, es la alta sensibilidad que presentan ante los pequeños cambios climáticos, por lo que son considerados como buenos indicadores de la calidad del medio ambiente [Hawksworth *et al.*, 2005; Vargas, 2013]. Por ello, su estudio es importante para monitorear las afectaciones e impactos potenciales al medioambiente.

El objetivo del estudio fue determinar la riqueza, diversidad y distribución en los estratos verticales de especies de líquenes epífitos en las unidades de vegetación identificadas en el área de estudio, para contribuir al conocimiento de este interesante grupo biológico del cual se cuenta con escasa información. Asimismo, a través de la presencia de estos organismos, se resalta la calidad medioambiental de la RCM.

*as the tops of trees [canopy], where many species of foliicolous lichens grow. Forests with these features create the need for small plants to develop an epiphytic strategy [Granados-Sánchez *et al.*, 2003] as the most outstanding among lichens.*

*Lichens like other epiphytes have an important role in forest dynamics, either because of water and nitrates retention from the environmental humidity, or for catching seeds and serve as a substrate where other epiphytes might be attached [Romero, 1999]. Moreover, other lichens have a nutritional or medicinal potential, as well as they can offer a variety of ecological niches for other organisms as arthropods [mites and spiders] [Sharnoff & Rosentreter, 1998]. Another important aspect of this group is the high sensitivity of small lichens present to climate change, considering them as good indicators of environmental quality [Hawksworth *et al.*, 2005; Vargas, 2013]; so that their study is important to monitor the effects and potential impacts to the environment.*

The objective of the present study was to determine the richness, diversity and distribution in the vertical strata of epiphytic lichens species in the vegetation units identified in the study area, in order to contribute to the knowledge of this interesting biological group on which there are very few information. In addition, through the presence of these organisms, we highlight the environmental quality of the RCM.

Métodos

Para el estudio de los líquenes se evaluaron 80 forofitos, con un DAP ≥ 10 cm en promedio, por estación de muestreo. Se consideró la distribución vertical (Figura 1) de cada forofito, siendo dividido en tres zonas; base, media y copa (dosel), tomando en cuenta la técnica de Kelly *et al.*, [2004] y Sipman [1996]. Para los inventarios se recolectaron especímenes de la parte basal, intermedia y dosel (ramas de 50 cm) del forofito, incluyendo líquenes de corteza (cortícolas) y de hojas (folícolas). En la evaluación cuantitativa se consideró la zona intermedia (con una altura de 1,20 m desde la base) del forofito; usando una grilla de 50 cm x 20 cm (dividida en 100 partes), con la finalidad de calcular la frecuencia de cada especie, con base en Cuba & Villacorta [2008], Vargas [2013] y Ramírez *et al.* [2013]. Por último, se determinó la diversidad mediante el índice de Shannon-Wiener [H'], diseñado para organismos no modulares, y en este caso el número de individuos fue reemplazado por los valores de la frecuencia observada.

Resultados

Se registró un total de 165 morfoespecies¹, de los cuales 13 fueron determinados a nivel de especie, 100 a nivel de género y 52 sólo a nivel de división [Ascomycota]. El total de organismos registrados se distribuyó en 32 géneros y 17 familias [Cuadro 1]. La familia Graphidaceae fue de la mayor riqueza de morfoespecies [31], y géneros [11], por lo que representa cerca del 20% del total de especies, todas de talo crustáceo [*i.e.*, fuertemente adheridos al sustrato]. Seguidamente, se encuentran las familias Parmeliaceae; con 28 especies, todas foliáceas; y Porinaceae con 12 especies del mismo género, todas de talo crustáceo. Las especies de talo crustáceo pueden encontrarse adheridas tanto en la corteza de los árboles como en las hojas.

Los géneros con mayor riqueza fueron *Parmotrema* [foliáceo], con 24 morfoespecies, y *Graphis* [crustáceo], con 8 morfoespecies; seguido por *Pyrenula* [crustáceo], con 7 morfoespecies, y *Coenogonium* [filamentoso] con 6 morfoespecies. Los géneros *Graphis* y *Parmotrema* son generalmente cosmopolitas de amplia distribución en ambientes tropicales [Rincón-Espitia *et al.*, 2011].

Methods

For the study of the lichens, 80 phorophytes were evaluated, with a DAP ≥ 10 cm on average, by sampling station. Vertical distribution of each phorophytes was taken into consideration (Figure 1), so that phorophytes were divided into three zones; base, middle and top [canopy], based on the technique described by Kelly *et al.*, [2004] and Sipman [1996].

For making the inventories, specimens from the basal, intermediate and canopy [branches 50 cm] levels of the phorophytes were collected, including lichens from bark [corticolous] and leaves [foliicolous]. Quantitative evaluation considered the intermediate zone [1.20m height from the base] of the phorophyte; using a grid of 50 cm x 20 cm [divided into 100 parts], in order to calculate the frequency of each species, based on Cuba & Villacorta [2008], Vargas [2013] and Ramírez *et al.*, [2013]. Diversity was calculated using the Shannon-Wiener index [H'], designed for non-modular bodies, and in this case the number of individuals was replaced by the observed frequency values.

Results

A total of 165 morphospecies¹ were recorded, determining 13 to species, 100 to a genus level and 52 only to a phylum level [Ascomycota]. The total of recorded organisms were grouped into 32 genera and 17 families [Table 1]. The family Graphidaceae had the greatest morphospecies richness [31], and genera [11], therefore it represents about 20% of all species; all of them crustaceous lichens [*i.e.*, strongly adhered to the substrate]. The following richest families was Parmeliaceae with 28 species, all of them foliaceous lichens, and Porinaceae with 12 species of the same genus, all of them crustaceous. Species of crustaceous lichens can be found attached to both bark of trees and leaves.

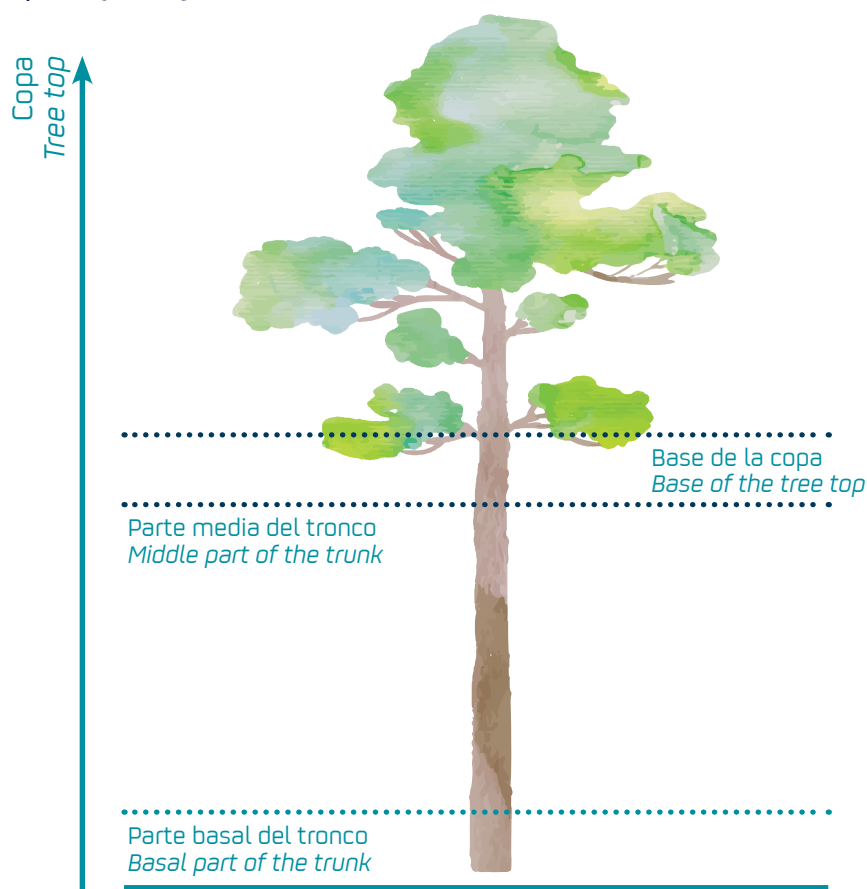
The genera with the highest richness was *Parmotrema* [foliaceous] with 24 morphospecies, and *Graphis* [crustaceans] with 8 morphospecies, followed by *Pyrenula* [crustaceans] and *Coenogonium* [filamentous] with six morphospecies. The genera *Graphis* and *Parmotrema* are mainly cosmopolitan with wide distribution in tropical environments [Rincón-Espitia *et al.*, 2011].

¹ Morfoespecie es un nivel de clasificación basado en características morfológicas que permite distinguir individuos de diferentes taxones cuando no es posible determinarlos a nivel de especie.

¹ A Morphospecies is a level of classification based on morphological characteristics that allow to distinguish individuals from different taxa, when it is not possible to determine them as a species level.

Figura 1. Estratos verticales evaluados por forófito para la flora líquénica. Basado en Braun-Blanquet (1979)

Figure 1. Vertical Strata Evaluated for Lichen Flora per Phorophyte. Based on Braun-Blanquet (1979)



Cuadro 1. Familias y géneros de líquenes en el área de estudio

Table 1. Families and Genera of Lichens in the Study Area

Nº	Familia / Family	Género / Genus	Nº de especies Nº of Species	Porcentaje de especies Percent of Species
1	Graphidaceae	<i>Ampliotrema, Carbanthographis, Diorygma, Fissurina, Graphis, Hemithecium, Myriotrema, Ocellularia, Phaeographis, Stegobolus & Thelotrema</i>	31	13
2	Parmeliaceae	<i>Hypogina, Hypotrachina & Parmotrema</i>	28	17
3	Porinaceae	<i>Porina</i>	12	7
4	Coegoniaceae	<i>Coenogonium</i>	7	4
5	Pyrenulaceae	<i>Pyrenula</i>	6	4
6	Coccocarpiaceae	<i>Coccocarpia</i>	5	3
7	Rocellaceae	<i>Dichosporidium</i>	5	3
8	Ramalinaceae	<i>Phyllopsora & Eschatogonia</i>	5	3
9	Otras familias* Other families*		14	8
19	Indeterminados Indeterminate		52	33
Total			165	78

*Ocho familias contienen solo 1 especie. / *Eight families have only 1 species.



▲ Liqueen filamentoso del género *Coenogonium*. / Filamentous Lichen of the genus *Coenogonium*.

En cuanto a la influencia de la estacionalidad, la Figura 2 muestra una mayor riqueza de especies durante la temporada húmeda, el cual es un resultado esperado, considerando gran número de especies cortícolas y folícolas registradas, las cuales al estar expuestas a una menor humedad simplemente desaparecen, como es el caso de las especies de los géneros *Collema*, *Leptogium* o *Coenogonium*, pues presentan una corteza poco desarrollada y pierden fácilmente líquidos, e incluso se secan de manera extrema.

Las especies más frecuentes [*i.e.*, aquellas registradas en la mayoría de los forófitos evaluados] en la RCM fueron *Phyllopsora* sp.3, *Dichosporidium nigrocinctum* y *Dichosporidium* sp.3.

La cobertura de líquenes epífitos también varió dependiendo de la temporada; durante la temporada húmeda casi el 30 % de la cobertura

With regards to the influence of seasonality, Figure 1 shows a greater richness of species during the wet season, which was an expected result, considering the high number of records of corticolous and foliicolous species, which when exposed to lower moisture simply disappear, such as the species of the genera Collema, Leptogium or Coenogonium, since they present an undeveloped bark and easily lose fluids, even drying extremely.

*The most frequent species [*i.e.*, those recorded in most of the assessed phorophytes] in the RCM were Phyllopsora sp.3, Dichosporidium nigrocinctum y Dichosporidium sp.3.*

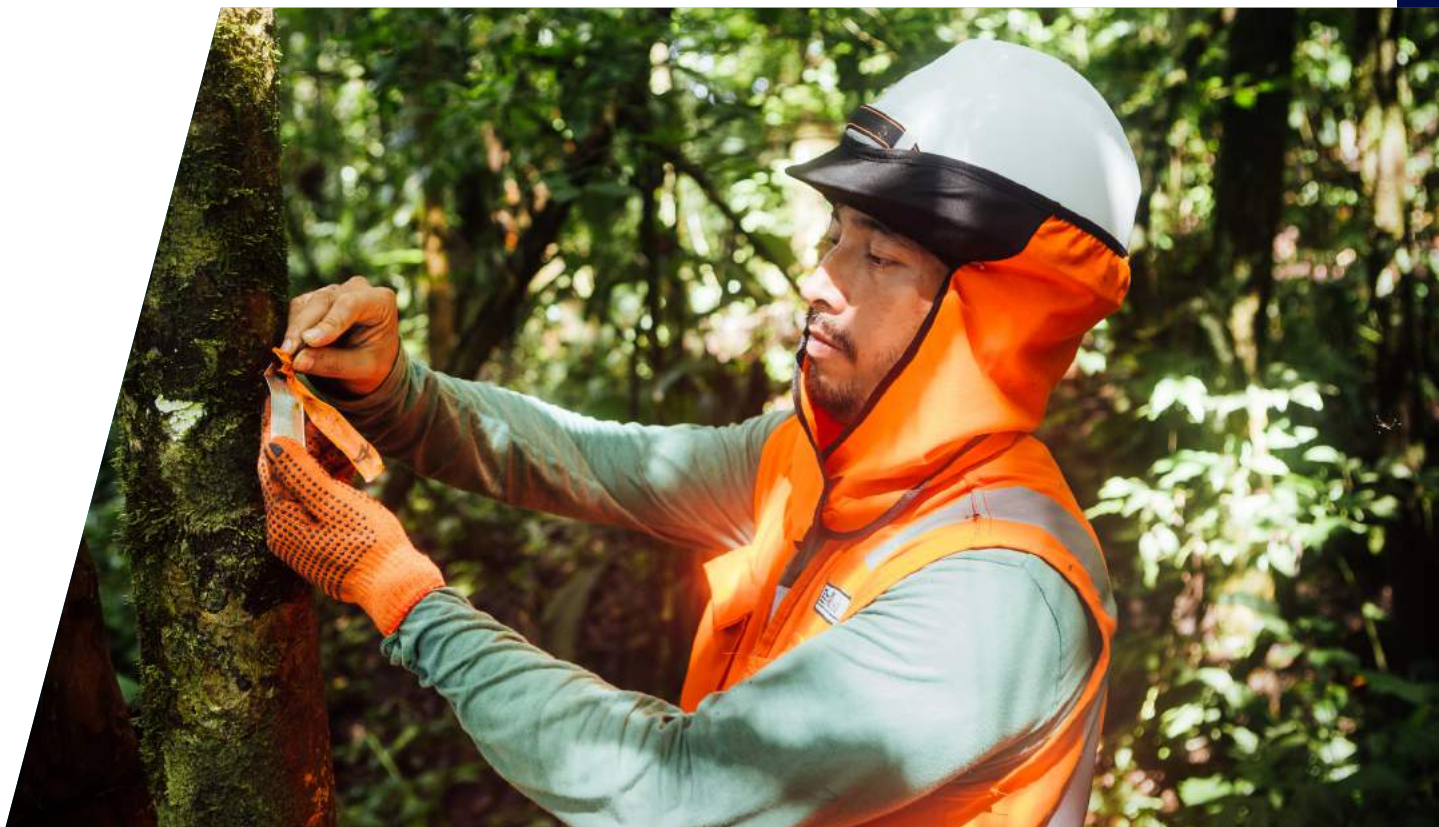
Epiphytic lichens coverage also varied according to the season; during the wet season nearly 30 % of the coverage consisted of Phyllopsora sp.3W, and cf. Ocellularia species, of crustacean type; while in the

estuvo compuesta por las especies *Phyllopsora* sp.3, cf. *Ocellularia*, de tipo crustáceo; mientras que en la temporada seca la cobertura fue mayor al 50 % y estuvo compuesta por *Dichosporidium* sp.3 y *Dichosporidium nigrocinctum*. Por otro lado, las especies que mantuvieron su cobertura en ambas temporadas fueron *Phyllopsora* sp.3 y cf. *Ocellularia*. El género *Phyllopsora* es un líquen que puede ser crustáceo o escuamuloso con corteza poco desarrollada, siendo más susceptible a los cambios medioambientales. El género *Dichosporidium* en general corresponde a un líquen invasor, ya que al ser filamentoso puede crecer con facilidad sobre otros organismos e incluso sobre otros líquenes.

El bosque denso de pie de monte fue la unidad de vegetación con mayor riqueza de líquenes, con un total de 70 especies distribuidas en 31 géneros y 17 familias, así como el más diverso tomando en cuenta todas las categorías taxonómicas. La familia Graphidaceae fue la más rica con 22 especies, le sigue en nivel de importancia la familia Porinaceae con 6 especies del género *Porina*. Al analizar la frecuencias de cobertura en los forofitos, en la temporada seca, las especies *Dichosporidium* sp.3

dry season coverage was higher than 50 % composed by Dichosporidium sp.3 and Dichosporidium nigrocinctum. On the other hand, species that maintained their coverage during both season were Phyllopsora sp.3 and cf. Ocellularia. The genus Phyllopsora is a lichen that can be either crustacean or flaky with an undeveloped bark, being more susceptible to environmental changes. In addition, the genus Dichosporidium generally corresponds to an invader lichen, since as it is filamentary can grow easily on other organisms and even on other lichens.

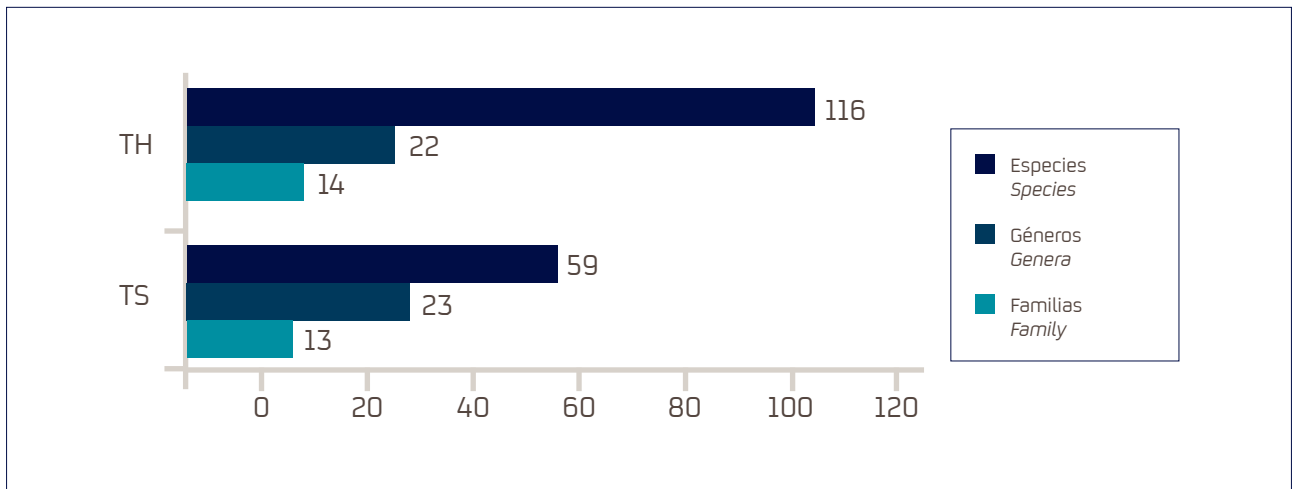
Foothill Dense Forest was the richest vegetation unit, with a total of 70 species distributed in 31 genera and 17 families, and the most diverse as well, taking all taxonomic categories into consideration. The family Graphidaceae was the richest with 22 species, followed in importance by the family Porinaceae with 6 species of the genus Porina. When analyzing the coverage frequency in phorophytes, in the dry season, Dichosporidium sp.3 and cf. Ocellularia were the ones with the greatest frequency (with almost 50 %), whereas during the wet season the most frequent ones were Collema sp.3 and Porina cf. imitatrix (near 30 %).



Evaluación de forofitos, donde crecen los líquenes. / Assessment of phorophytes, where lichens grow. ▲

Figura 2. Número de especies y familias por temporada evaluada

Figure 2. Number of Species and Families by Assessed Season



TH = temporada húmeda; TS = temporada seca

TH = Wet Season; TS = Dry Season

y cf. *Ocellularia* fueron las de mayor frecuencia [con casi 50 %] mientras que durante la temporada húmeda *Collema* sp.3 y *Porina* cf. *imitatrix* [con cerca del 30 %].

En el bosque denso premontano se registraron 62 especies, 15 géneros y 9 familias. Las familias con mayor riqueza fueron Parmeliaceae [14 morfoespecies] y Graphidaceae [5 morfoespecies]. Se distingue una diferencia en las frecuencias por cobertura entre la temporada húmeda y la seca; siendo mayor durante la temporada seca, con una cobertura dominada casi exclusivamente por *Phyllopsora* sp.3 con más del 60 %.

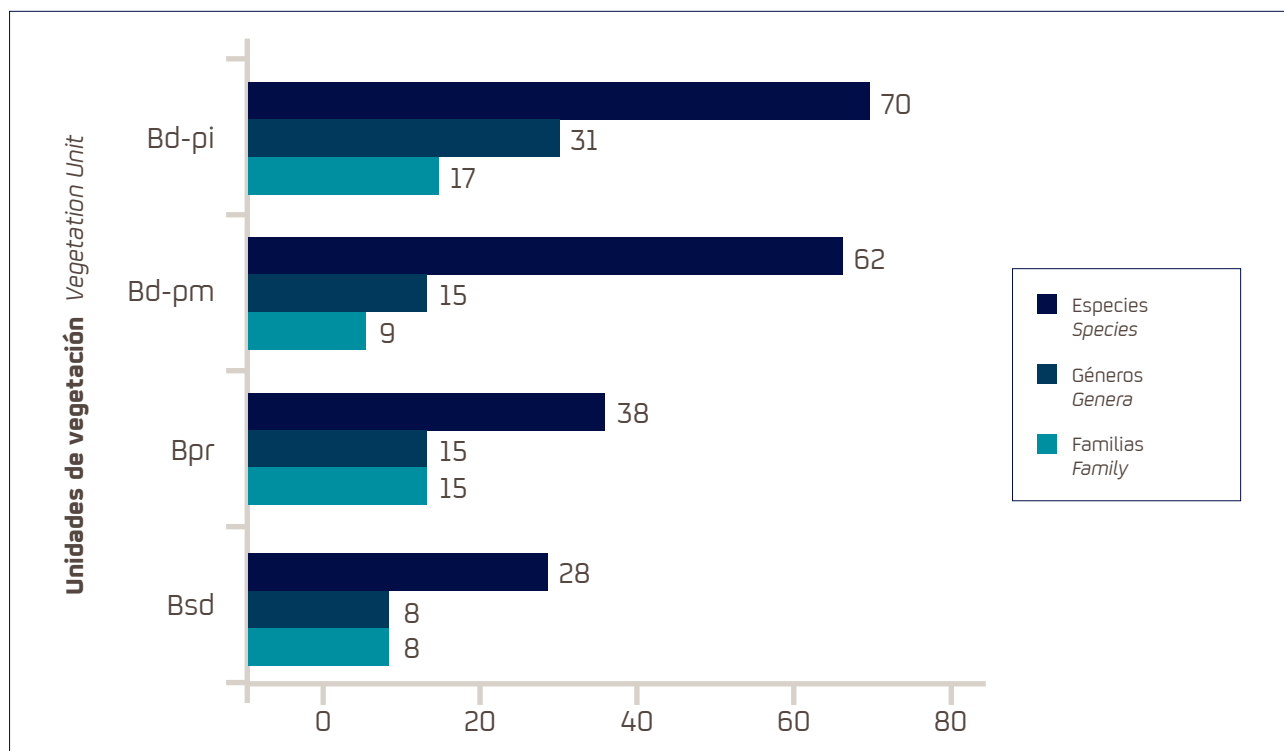
En el bosque bosque ralo con pacal se registraron 38 especies. La familia de mayor riqueza fue Graphidaceae, con 7 especies, seguida por la familia Parmeliaceae, con 6 especies. Las especies con mayor frecuencia de cobertura fueron *Porina tetracerae* [20 % y 40 % en temporada seca y húmeda, respectivamente], así como *Phyllopsora* sp.3 y *Pyrenela* cf. *borneensis*, las cuales en conjunto representan más del 60 % de las especies más frecuentes durante la temporada seca; y *Dichosporidium* sp.1 presente sólo durante la temporada húmeda.

In the Premontane Dense Forest, 62 species, 15 genera and 9 families were recorded. Families with greatest richness were Parmeliaceae [14 morphospecies] and Graphidaceae [5 morphospecies]. A difference is distinguished in the frequency coverage between wet and dry season, being higher during the dry season, with a coverage dominated almost exclusively by *Phyllopsora* sp.3 with more than 60 %.

In the Bamboo-dominated Sparse Forest, 38 species, 15 genera and 10 families were recorded. The family with higher richness was Graphidaceae with 7 species, followed by the family Parmeliaceae with 6 species. Species with the highest coverage frequency were *Porina tetracerae* [20 % and 40 % during the dry and wet season, respectively] as well as *Phyllopsora* sp.3 and *Pyrenela* cf. *borneensis* which together represent more than 60 % of the most frequent species during the dry season; and *Dichosporidium* sp.1 present only during the wet season.

Figura 3. Número de familias, géneros y especies de líquenes por unidad de vegetación

Figure 3. Number of Families, Genus and Species of Lichens per Vegetation Unit



Bd-pi: Bosque de pie de monte; Bd-pm: Bosque denso premontano; Bpr: Bosque ralo con pacal; Bsd: Bosque semidenso

Bd-pi: Foothill Dense Forest; Bd-pm: Premontane Dense Forest; Bpr: Bamboo-dominated Sparse Forest; Bsd: Semidense Forest

En el bosque semidenso se registró la menor riqueza, con 28 especies. La familia más abundante fue Parmeliaceae, mientras que las especies más frecuentes por su cobertura fueron *Dichosporidium nigrocinctum* [87 % en la temporada seca] y *Phyllopsora* sp.3, cf. *Ocellularia* y *Porina imitratix* que representan el 50 % de la frecuencia para la temporada húmeda.

Los ambientes húmedos, como los bosques de gran follaje, donde la temperatura y humedad son bastante estables, son lugares ideales para que prosperen los líquenes. Debido a la fragilidad de su constitución, una buena dotación de humedad y materia en descomposición permiten fácilmente su crecimiento, por ello muchas cortezas están cubiertas por estos organismos, impidiendo el asentamiento de otros grupos de plantas epífitas.

In the Semidense Forest 28 species, 8 genera and 8 families were recorded, the lowest richness. The most abundant family was Parmeliaceae, whereas the most common species because of their coverage were *Dichosporidium nigrocinctum* [87 % in the dry season]; and *Phyllopsora* sp.3, cf. *Ocellularia* and *Porina imitratix*, representing 50 % of the frequency during the wet season.

Humid environments such as forests of abundant foliage, where temperature and humidity are fairly stable, are ideal for lichens to thrive. Due to the fragility of its constitution, a good supply of moisture and decaying matter allow easy growth, hence many barks are covered by these organisms, preventing the settlement of other groups of epiphytes.

En cuanto a la diversidad, se observa que las unidades de vegetación de mayor riqueza no necesariamente reflejan una alta diversidad, considerando que aproximadamente el 20 % de las especies presentan menos del 1 % de cobertura. El Cuadro 2 se aprecia que el bosque denso de pie de monte y el bosque semidenso fueron los más diversos, los cuales muestran una mayor equidad de especies. También se observa durante la temporada seca, hay una menor diversidad por la disminución de la riqueza y la frecuencia. Asimismo, el bosque ralo con pacal presenta la menor diversidad, debido probablemente a no ser un hábitat apropiado para el establecimiento de los líquenes de tipo cortícola.

La alta diversidad del bosque semidenso es influenciada por el espacio y el tiempo, lo cual es un fenómeno visto particularmente entre líquenes, debido a la estructura que presentan variados microambientes, zonas de sotobosque, pequeños claros y el dosel, cuyo efecto produce una diversidad particularmente alta [Lücking, 1999].

Discusión y conclusiones

Para este grupo de organismos simbioses, la normatividad peruana [El Peruano, 2006] e internacional [IUCN, 2016], aún no los clasifica en alguna categoría de protección, pese a que son sensibles a la contaminación ambiental [Vargas, 2013] y a que son pioneros en la sucesión de sustratos y proporcionan información sobre la edad de los árboles.

El presente trabajo es una de las pocas aproximaciones al estudio de los líquenes de bosques tropicales del Perú, por ello no existe aún conocimiento sobre especies endémicas para este grupo biológico. Sin embargo, se cuenta con nuevos registros para el departamento de Cusco, cuyas especies son: *Coccocarpia palmicola*, *Collema* sp., *Dichosporidium nigrocinctum*, *Graphis pitmanii* y *Ampliotrema sorediatum*. Asimismo, también se registraron especies nuevas para el Perú: *Myriotrema ecorticatum*, *Stegobolus auberianus*, *Parmotrema ciliiferum*, *Pseudopyrenula subnudata* y *Pyrenula borneensis*.

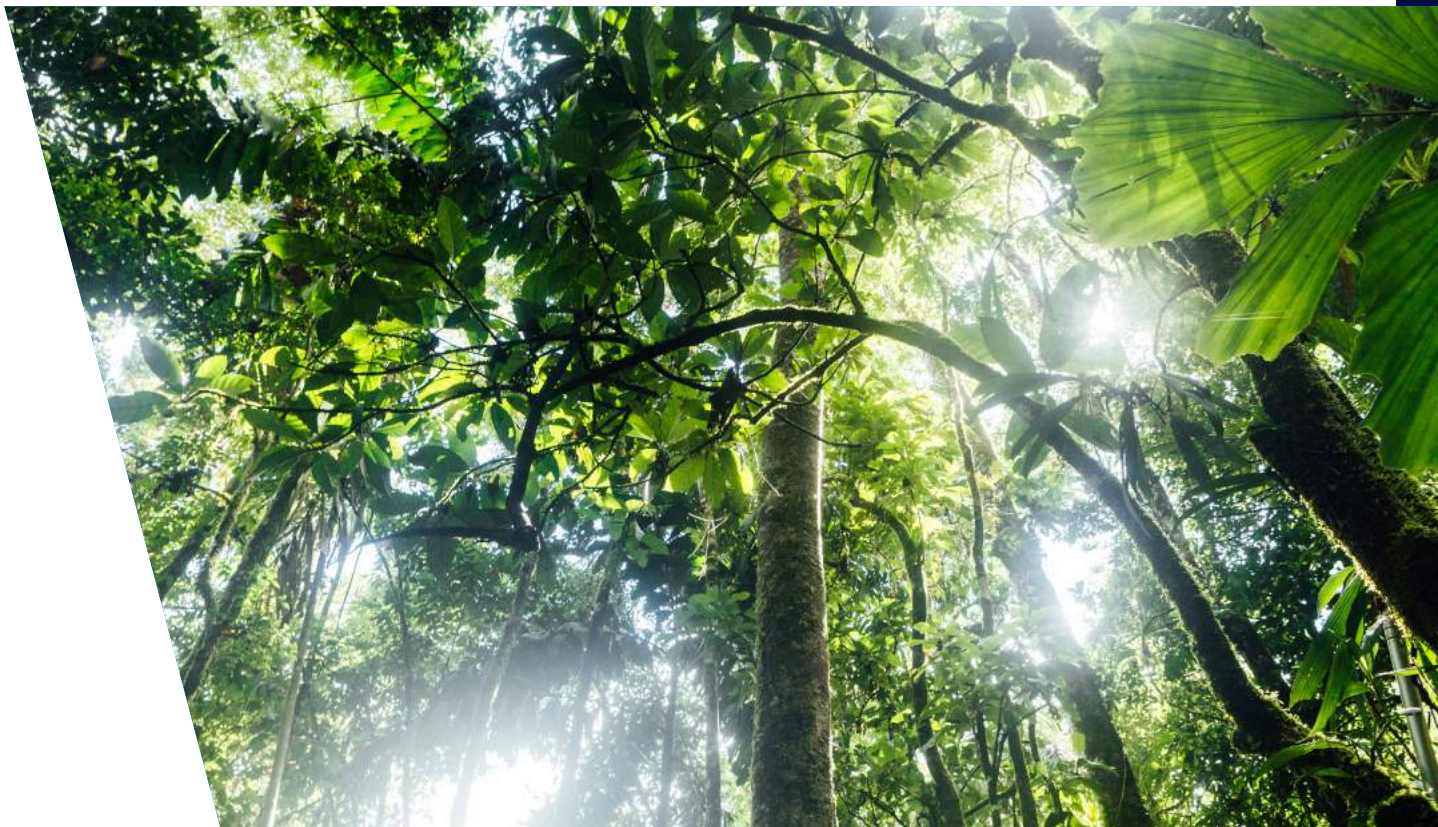
As for diversity, it is observed that the vegetation units with the greatest richness does not necessarily reflect a high diversity, considering that about 20 % of the species have less than 1 % of coverage. Table 2 shows the Foothill Dense Forest and the Semidense Forest as the most diverse, which have greater equity of species. It is also observed that there is less diversity during the dry season, because of a decreasing richness and frequency. Besides, the Bamboo-dominated Sparse Forest shows less diversity, probably due to the fact that it is not a suitable habitat for the establishment of corticolous lichens.

The high diversity of the Semidense Forest is influenced by space and time, which is a phenomenon particularly seen among lichens, due to the structure of various microenvironments, understory areas, small clearings and the canopy, whose effect produces a particularly high diversity [Lücking, 1999].

Discussion and Conclusion

For this group of symbiotic organisms, Peruvian [El Peruano, 2006] and international [IUCN, 2016] regulations, do not have a classification on categories of protection, despite they are sensitive to environmental pollution [Vargas, 2013], and are pioneers in the succession of substrates, thus providing information on the age of trees.

*This work is one of the few approaches to the study of lichens on Peruvian tropical forests, so that there is no knowledge on endemic species for this biological group. However, there are new records for the department of Cusco, such as *Coccocarpia palmicola*, *Collema* sp., *Dichosporidium nigrocinctum*, *Graphis pitmanii* and *Ampliotrema sorediatum*. Moreover, there are new records for Peru: *Myriotrema ecorticatum*, *Stegobolus auberianus*, *Parmotrema ciliiferum*, *Pseudopyrenula subnudata* and *Pyrenula borneensis*.*



Habitats de los líquenes epífitos. / Habitats of the Epiphytic Lichens. ▲

Cuadro 2. Abundancia y diversidad por unidad de vegetación y por forofito evaluado

Table 2. Abundance and Diversity Values per Vegetation Unit and Evaluated Phorophyte

Unidad de vegetación <i>Vegetation Unit</i>	Símbolo <i>Symbol</i>	Nº de especies por Forófito <i>Nº of Species per Phorophyte</i>		Índice de Shannon-Wiener (H') por transecto <i>Shannon-Wiener Index (H') per Transect</i>		Índice de Simpson [1-D] por transecto <i>Simpson Index [1-D] per Transect</i>	
		TS	TH	TS	TH	TS	TH
Bosque denso premontano <i>Premontane Dense Forest</i>	Bd-pm	11	58	1,89	2,70	0,45	0,11
Bosques denso de pie de monte <i>Foothill Dense Forest</i>	Bd-pi	61	45	2,72	3,55	0,04	0,90
Bosque semidenso <i>Semidense Forest</i>	Bsd	10	31	0,80	3,55	0,87	0,90
Bosque ralo con pacal <i>Bamboo-dominated Sparse Forest</i>	Brp	29	15	2,68	2,41	0,01	0,75

*En base a la presencia de las especies en la unidad de muestra
TS = temporada seca; TH = temporada húmeda

*Based on the presence of species in the sample unit
TS = Dry Season; TH = Wet Season

La diversidad y riqueza son altas según lo esperado; asimismo, el nivel de humedad en el ambiente, producto de la estacionalidad, fue un factor importante para el establecimiento del mayor número de especies en la temporada lluviosa, en la que se registraron especies que podrían desaparecer durante la temporada seca, por no contar con una corteza desarrollada, tal es el caso del género *Collema*, *Leptogium* o *Coccocarpia*, que crecen solo en bosques muy húmedos [Lakatos et al., 2006]. Las ramas de las copas de los árboles constituyen un ambiente relativamente xérico [Granados-Sánchez et al., 2003] y favorecen el establecimiento de ciertas familias de líquenes como Graphidaceae, la cual comprende muchos géneros de amplia distribución en los bosques tropicales, como lo señalan Rincón-Espitia et al., [2011], y que por su pequeño tamaño, no constituyen especies de mayor cobertura. Esto difiere en las especies de la familia Porinacea y Rocellaceae que presentan gran crecimiento y logran cubrir una amplia zona de la corteza de los árboles. Además, *Porina* [familia Porinaceae] es

Diversity and richness are high, as expected; likewise, the amount of moisture in the environment, consequence of the seasonality, was an important factor for the establishment of a bigger number of species during the rainy season, which included species that could disappear during the dry season, because of the lack of a developed crust, as in the case of the genera Collema, Leptogium or Coccocarpia, that grow only in very humid forests [Lakatos et al., 2006]. The top tree branches constitute a relatively xeric environment [Granados-Sánchez et al., 2003] favoring the establishment of certain families of lichens as Graphidaceae, which includes many genera of wide distribution in tropical forests, as indicated by Rincón-Espitia et al., [2011], which by its small size, do not constitute species of greater coverage. This differs of species of the Porinaceae family, Porina genus and Rocellaceae family, Dichosporidium genus which present high growth, achieving to cover a wide area of the tree bark. In addition, Porina, as mentioned by Rincón-Espitia et al., [2011], is a genus that can dominate more exposed microhabitats, as



Los microhábitats del bosque son importantes para la riqueza de los líquenes epífitos.

Forest microhabitats are important for the richness of epiphytic lichens.

un género que puede dominar microhábitats más expuestos (Rincón-Espitia *et al.*, 2011), tal como se ha establecido en el bosque ralo con pacal y el bosque semidenso, donde éste más frecuente.

En relación con los resultados, se propone a *Dichosporidium nigrocinctum* (familia Rocellaceae) como un líquen sensible a la perturbación de los bosque por tala (claros), mientras la presencia de la familia Graphidaceae en la corteza de los árboles, lianas y ramas, indicaría un bosque perturbado.

Las características físicas de la corteza de los árboles, la altura desde el suelo y exposición con pérdida de las cortezas en los árboles así como la incidencia lumínica y la cantidad de humedad son factores potenciales que podrían explicar la escasa cobertura líquénica de los forofitos evaluados (Braun-Blanquet, 1979; Romero, 1999; [Mateus *et al.*, 2011]).

Finalmente, no se han registrado especies de macrolíquenes de importancia económica conocida, por lo cual se infiere que la población local no consume de ninguna forma las especies de este grupo.

established in the Bamboo-dominated Sparse Forest and semidense forest, where it is most prevalent.

Regarding the results, Dichosporidium nigrocinctum (family Rocellaceae) is proposed as a lichen sensitive to disturbance of forest logging (clearings), while the presence of the family Graphidaceae in bark trees, lianas (woody vines) and branches will indicate a disturbed forest.

*The physical characteristics of the tree bark, height from the ground and exposure with loss of bark on trees, as well as the light incidence and the amount of moisture are potential factors that might explain the scarce lichen coverage of the assessed phorophytes (Braun-Blanquet, 1979; Romero, 1999; Mateus *et al.*, 2011).*

Finally, there have not been recorded macrolichens species with economic importance, thus we infer that the local people do not consume species of this group.

Referencias bibliográficas / References

- Braun-Blanquet, J. [1979]. *Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Rosario, Argentina: H. Blume.
- Cuba A. & Villacorta R. [2008]. "Líquenes epífitos como indicadores de contaminación atmosférica en la baja tropósfera del Centro Histórico del Cusco". Cusco, Perú: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- El Peruano. [2006]. *Decreto Supremo N° 043-2006-AG. Aprueban Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre*. Normas legales: 323527-323539.
- Feuerer, T. [2008]. Checklist of lichens and lichenicolous fungi of Peru. A Global Information System for the Biodiversity of Lichens. Recuperado de: http://www.biologie.uni-hamburg.de/checklists/southamerica/peru_l.htm
- Granados-Sánchez, D.; López-Ríos, G. F.; Hernández-García, M. Á.; Sánchez-González, A. [2003]. Ecología de las plantas epífitas. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 9[2]: 101-111.
- Hawksworth D., Iturriaga T. & Crespo, A. [2005]. Líquenes como bioindicadores inmediatos de contaminación y cambios medio-ambientales en los trópicos. *Revista Iberoamericana de Micología* 22: 71-82.
- IUCN. [2016, setiembre 14]. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.3. Recuperado de: <http://iucnredlist.org/amazing-species>.
- Kelly, D.; O'donovan, G.; Feehan J.; Murphy, S.; Drangeid, S. & Berti. L. [2004]. The epiphyte communities of a montane rain forest in the Andes of Venezuela: patterns in the distribution of the flora. *Journal of Tropical Ecology*, 20:643-666.
- Lakatos, M.; Rascher, U. & Büdel, B. [2006]. Functional characteristics of corticolous lichens in the understory of a tropical lowland rain forest. *New Phytologist* 172: 679-695
- Lücking, R. [1999]. Líquenes folícolas de la Estación Biológica La Selva, Costa Rica: Inventario, comunidades comparación florística de tipos de vegetación. *Revista de Biología Tropical*, 47[3]: 287- 308.
- Mateus, N.; Lücking, R.; Aguirre-C, J. [2011] Contribuciones a la biota líquénica folícola de Colombia, nuevos registros del género *Coenogonium* [Ascomycota: Ostromales: Coenogoniaceae]. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias*, 35[137].
- Ramírez, A.; Márquez, G., Cano, A. & Valle, E. [2013]. *Línea de base líquénica para monitorear la calidad del aire en el parque El Olivar (San Isidro, Lima)*. Lima: Libro de resúmenes de la XXII Reunión Científica [ICBAR], pp 63.
- Ramos, D. 2014. Lista de especies de especies de líquenes y hongos liquenizados del Perú. *Glalia*: 6[2]. 1-99.
- Rincón-Espitia, A.; Aguirre-C, J.; Lücking, R. [2011] Líquenes corticícolas en el Caribe colombiano. *Caldasia* 33[2]: 331-347.
- Romero C., 1999. *Epífitas no vasculares comerciales de un bosque montano tropical. Ecología, efectos de la tala y manejo*. Costa Rica: Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Informe técnico 310, N°17 pp 37.
- Sipman, H.J.M. [1995]. Preliminary review of Lichen Biodiversity of Colombian Montane forest. En: Churchil, S. *et al. (eds.). Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest*. New York: N. Y. Botanical Garden.
- Sipman H.J.M. [1996]. Corticolous lichens En: How to sample epiphytic Diversity Of the Rain Forest *Ecotropica*, 2: 59-72.
- Sharnoff, S. & Rosentreter, R. [1998]. *Lichen use by wildlife in North America*. Recuperado de: <http://www.lichen.com/fauna.html>
- Vargas, A. [2013]. Calidad Atmosférica del Parque Nacional Cerros de Amotape (zona sur) mediante el uso de líquenes epífitos. Piura, Perú: Universidad Nacional de Piura.

Los líquenes crecen junto con otras plantas epífitas. ►
Lichens grow together with other epiphytic plants.







RECURSOS FORESTALES

Forest Resources

Recursos forestales

Forest Resources

// Javier Gamarra, Irayda Salinas & William Nauray //

Introducción

Los bosques son fundamentales para el bienestar de la humanidad, ya que constituyen el sustento de gran parte de la vida en el planeta a través de sus diversas funciones: ecológicas, de regulación climática y de los recursos hídricos, como hábitat para la fauna, etc. La biodiversidad del bosque es evaluada por medio de los inventarios forestales cuyo objetivo es proporcionar información cualitativa y cuantitativa sobre el estado, la utilización, el ordenamiento territorial y las tendencias de este recurso (FAO, 2015).

Un objetivo general para la creación de la Reserva Comunal Machiguenga (RCM) fue el de contribuir a la conservación de los recursos naturales de la vertiente oriental de la cordillera de Vilcabamba; lo cual implica la conservación de los bosques en beneficio de las comunidades nativas asentadas ancestralmente en este territorio.

La riqueza de especies forestales que conforman los bosques de la RCM es alta, producto de la variada topografía y por la transición entre los climas tropical y subtropical que ocurre en esta latitud, la cual proporciona un mosaico de ecotonos y lugares con características ecológicas particulares. Así, la aparente dominancia de “kapiroshi” o “paca”, cuya cobertura vegetal es extensa y continua en los bosques de la RCM, deja paso para el establecimiento de plantas de porte arbóreo como la “kamona” o “pona” y “tamarotsa”. Asimismo, en el bosque de colina u “otishi”, crecen 2 especies de alta importancia maderera, el “tornillo” o “paria” y el “cedro” o “santari”.

Dado que una de las mayores preocupaciones para el Perú es la acelerada destrucción de los bosques, el presente estudio constituye una herramienta de gestión de los mismos para lograr

Introduction

Forests are crucial for the welfare of humanity, since they are the sustenance of a big part of life on earth through their several functions: ecological, climate regulation and water resources, as a habitat for fauna, etc. Forest biodiversity is assessed by forest inventories whose goal is to provide qualitative and quantitative information on the status, usage, land-use planning and trends of this resource (FAO, 2015).

A general objective for creating the Machiguenga Communal Reserve (RCM) was to contribute to the conservation of natural resources of the eastern slopes of the Vilcabamba Mountain Range; which implies the conservation of forests for the benefit of indigenous communities ancestrally settled in this territory.

The richness of forest species that comprise the RCM forests is high, due to the varied topography and the transition between the tropical and subtropical climates, occurring at this latitude, which provides a mosaic of ecotones and locations with particular ecological characteristics. Thus, the apparent dominance of “kapiroshi” or “paca”, whose vegetal cover is extensive and continuous in the RCM, leaves room for the establishment of arboreal plants as “kamona” or “pona” and “tamarotsa”. Moreover, in the hill forest or “otishi”, 2 species of high importance grow, “tornillo” or “paria” and “cedro” or “santari”.

Given that forests accelerated destruction is one of the main concerns in Perú, this study becomes a forest management tool for proper land-use planning and use of resources they provide. Within this framework, the forestry potential from each of the forest types within the RCM is estimated through information on the forest structure [crop trees and timber], abundance, and standing timber volume. In addition, it is included forest categories¹, as well as the potential use of the forest resources by the communities surrounding the RCM.

Los bosques son fuente de bienes y servicios para las poblaciones locales.

Forests are source of goods and services for local populations.



un adecuado ordenamiento y aprovechamiento de los recursos que ellos proveen. En este marco, se estima el potencial forestal de cada uno de los tipos de bosques dentro de la RCM, a través de la información sobre la estructura del bosque [árboles en desarrollo y árboles para aprovechamiento], la abundancia y los volúmenes de madera en pie de árbol. También, se incluyen las categorías de los bosques así como el uso potencial del recurso forestal por las comunidades aledañas a la RCM.

Métodos

Para el inventario forestal se instalaron 36 parcelas de 20 m x 500 m [1 ha], subdividida cada una en subparcelas de 20 m x 100 m. Las parcelas fueron distribuidas en cada tipo de bosque identificado dentro de la RCM, y en ellas se evaluaron los individuos con un diámetro a la altura del pecho [DAP] superior a 10 cm. Además de las especies forestales o maderables, se evaluaron las palmeras, en ambos casos se registró el nombre de la especie, el DAP de árboles con valores superiores

Methods

For the forest inventory, 36 plots of 20 m x 500 m [1 ha] were installed; each plot was subdivided in subplots of 20 m x 100 m. Forest plots were installed in each type of forest identified in the RCM, and within each plot, individuals with a diameter at breast height [DBH] over 10 cm were surveyed. Apart from forestry or timber species, palm trees were evaluated; in both cases, we registered the species name, DBH of trees with values above 30 cm [measured at approximately 1.30 m of the researcher], total height, commercial height, phytosanitary status, phenology and usage.

The size of the sample plot for assessing forest natural regeneration was 10 m x 50 m. Within each plot, seedlings, saplings, palms and poles were surveyed (Figure 1). Seedlings are young plants of timber species with a DBH lower than 2.5 cm and approximate 30 cm of height; whereas saplings are trees with a DBH bigger than 2.5 cm but smaller than 10 cm; as for poles, they are trees whose DBH varies between 10 cm and 30 cm. Plot sizes were as following: 1 m x 10 m for seedlings, 10

¹ Las categorías de los bosques evaluados se determina en función a la categorización de la ONERN [1987], considerando los volúmenes (m³/ha) obtenidos del inventario forestal.

¹ Categories of the assessed forests are determined according to the ONERN [1987] categorization, considering the volume (m³/ha) obtained from the forest inventory.

a 30 cm [medido a 1,30 m aproximadamente del evaluador], la altura total, altura comercial, estado fitosanitario, fenología y uso.

El tamaño de la parcela de muestreo para evaluar la regeneración natural del bosque fue de 10 m x 50 m. Dentro de ellas se evaluaron los brinzales, latizales, palmeras y fustales (Figura 1). Los brinzales son plántulas de especies maderables con un DAP menor a 2,5 cm y una altura aproximada de 30 cm de alto; mientras que los latizales son arbolitos con un DAP mayor de 2,5 cm y menor de 10 cm; y los fustales son arboles cuyo DAP varía entre 10 cm y 30 cm. Las dimensiones de las parcelas fueron las siguientes: 1 m x 10 m para brinzales, 10 m x 10 m para latizales y 10 m x 50 m [toda la parcela de regeneración] para fustales. Por su parte, la evaluación de regeneración de palmeras se realizó en parcelas de 5 m x 10 m, y se consideraron individuos con un DAP igual a 2,5 cm y menor a 10 cm.

Adicionalmente, se calcularon los siguientes parámetros: Área basal [m^2] y volumen de madera [m^3].

m x 10 m for saplings and 10 m x 50 m (i.e., the whole regeneration plot) for poles. Furthermore, palm trees regeneration assessment was conducted in plots of 5 m x 10 m, and individuals with a DBH equal to 2.5 cm and less than 10 cm were taken into account.

Moreover, the following parameters were calculated: Basal area [m^2] and wood volume [m^3].

Results

Four types of forest were identified: Semidense Forest [Bsd], Bamboo-dominated Sparse Forest [Brp], Premontane Dense Forest [Bd-pm] and Foothill Dense Forest [Bd-pi]. The Premontane Dense Forest [Bd-pm] has the largest density [550 individuals/ha] and it is also where the highest number of tree species have been recorded. Furthermore, this forest contains the highest density of poles [144.63 plants/ha], which might indicate a very dynamic stage of natural regeneration. Both the Premontane Dense Forest [Bd-pm] and the Semidense Forest [Bsd] were the richest in plant species [245 and 240 species, respectively].

Figura 1. Vista esquemática vertical de un bosque tropical

Figure 1. Vertical Schematic View of a Tropical Forest



Fuente / Source: Colonnello et al., 2009

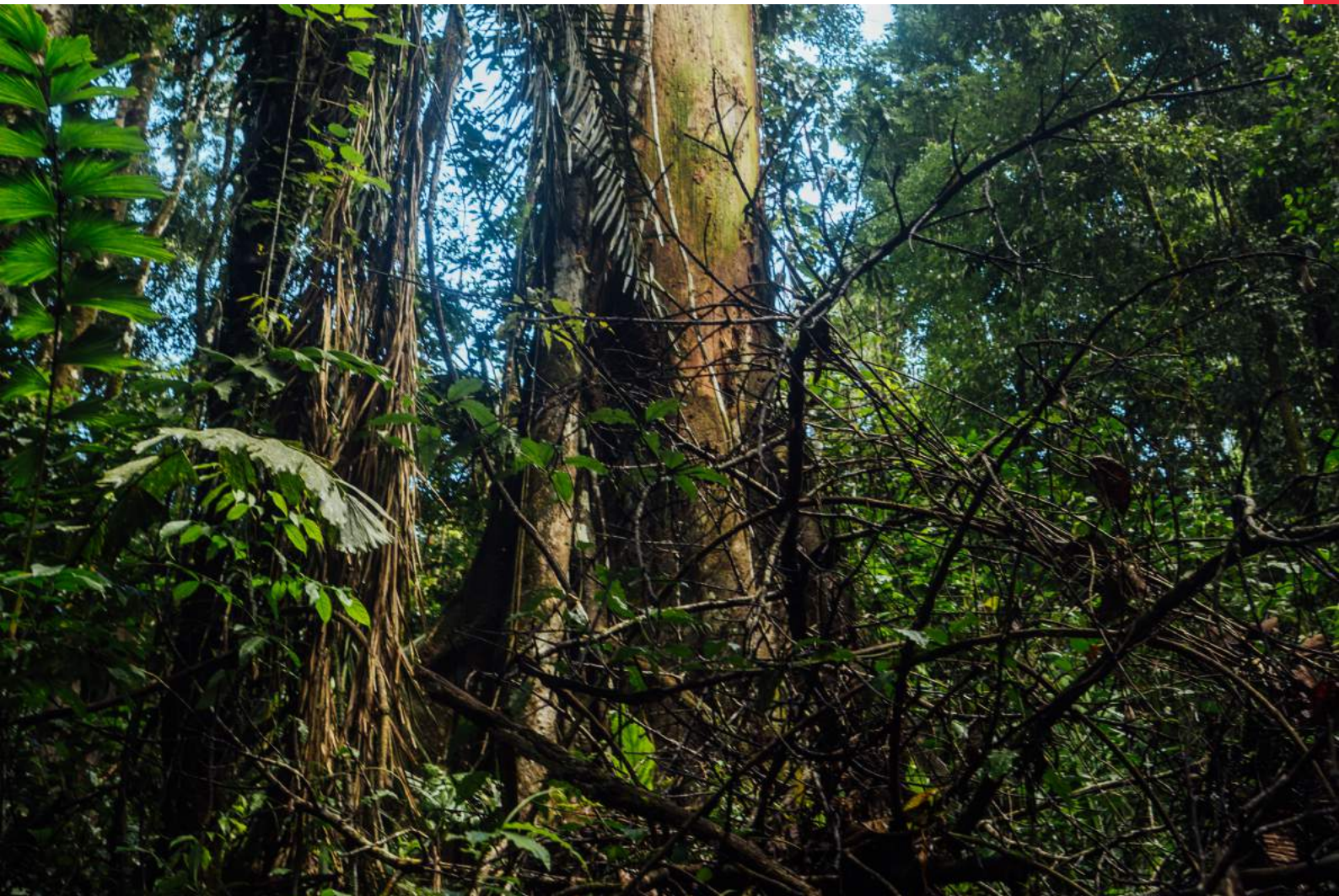
Resultados

Se identificaron 4 tipos de bosque, bosque semidenso [Bsd], bosque ralo con pacal [Brp], bosque denso premontano [Bd-pm] y bosque denso de pie de monte [Bd-pi] (Figura 3). El bosque denso premontano [Bd-pm] tiene la mayor densidad (550 individuos/ha) y también es donde se registró el mayor número de especies arbóreas. Asimismo, este tipo de bosque contiene la más alta densidad de fustales (144,63 plantas/ha), lo cual indicaría que se encuentra en una etapa bastante dinámica de regeneración natural. El Bosque denso premontano [Bd-pm], junto con el Bosque semidenso [Bsd], fueron los de mayor cantidad de especies de plantas (245 y 240 especies, respectivamente).

Below, it is described each type of forest identified in the RCM during the evaluation.

1. Premontane Dense Forest [Bd-pm]

*It develops on a system of moderately to high steep hills that are the beginning of the Vilcabamba mountainous system. They can have a differential height up to 100 meters in the study area. It is a type of dense forest with high number of individuals (ind/ha) and volume of wood, with special characteristics that resemble the mountain forest that follows to it in areas of high altitude (outside the area of the present study). The understory is dense on shrubs and herbs; and soil surface has a large amount of leaf litter. The middle stratum is dominated by "quinilla roja" *Manilkara bidentata* (Sapotaceae),*



La riqueza de especies forestales en la RCM es alta, producto de la topografía y la transición entre los climas tropical y subtropical. / The richness of forest species at the RCM is high, due to topography and the transition between the tropical and subtropical climates. ▲

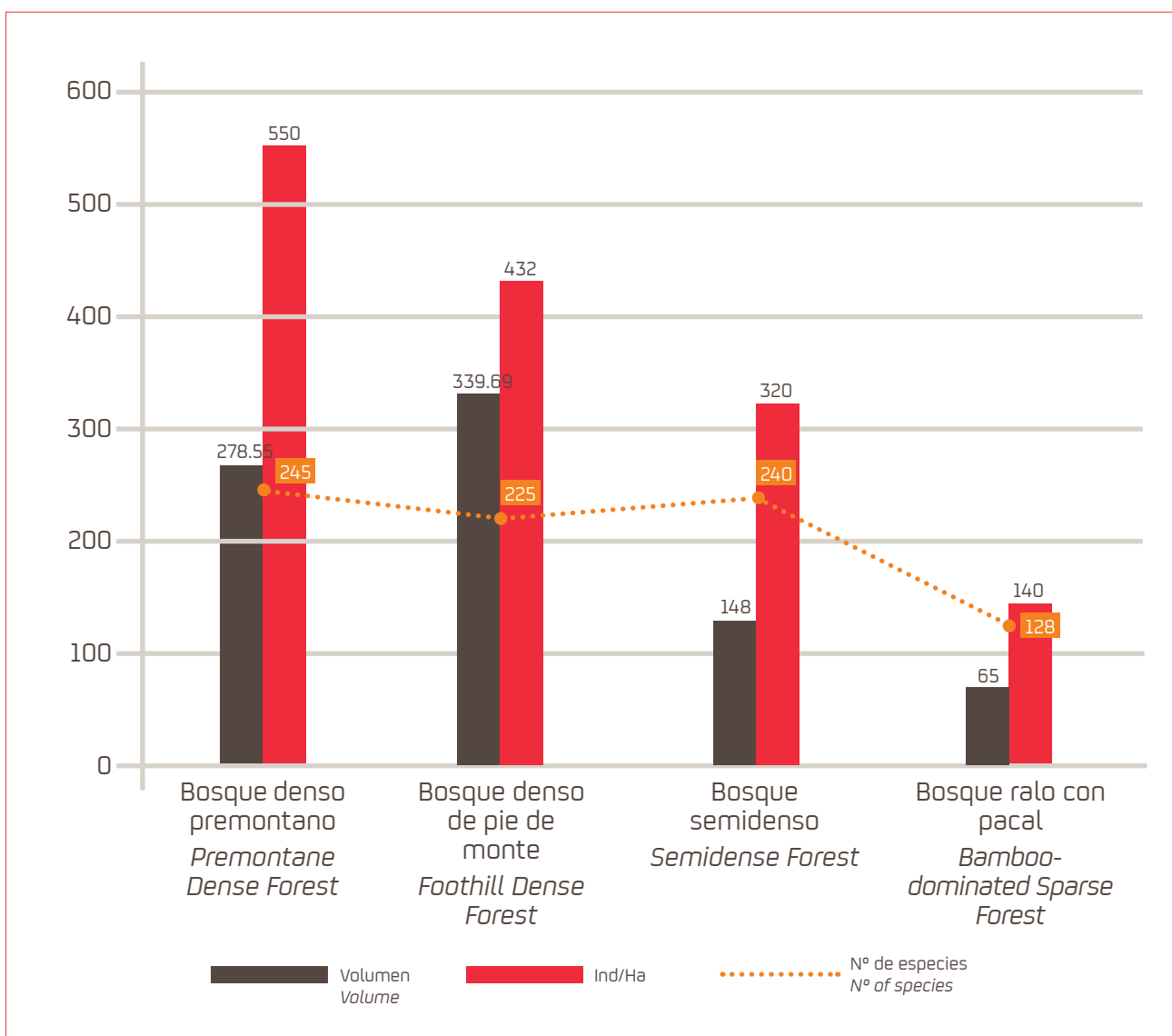
Figura 2. Tipos de bosque en la RCM: 1) Bosque semidenso (Bsd); 2) Bosque ralo con pacal (Brp); 3), Bosque denso premontano (Bd-pm); y 4) Bosque denso de pie de monte (Bd-pi)

Figure 2. Types of forest identified in the RCM: 1) Semidense Forest (Bsd); 2) Bamboo-dominated Sparse Forest (Brp); 3) Premontane Dense Forest (Bd-pm); & 4) Foothill Dense Forest (Bd-pi)



Figura 3. Características principales de los tipos de bosque identificados en la RCM

Figure 3. Main Characteristics of the Types of Forests Identified in the RCM



A continuación, se describe cada uno de los tipos de bosque identificados en la RCM durante la evaluación.

1. Bosque denso premontano [Bd-pm]

Se desarrolla sobre un sistema de colinas altas moderadamente empinadas a empinadas que son el inicio del sistema montañoso del Vilcabamba. Pueden llegar a tener un diferencial de altura de hasta 100 metros en el área de estudio. Es un tipo de bosque denso con alto número de individuos por hectárea y volumen de madera, con características especiales que se van asemejando al bosque de montaña que le sucede en altitud [fuera del área del presente estudio]. El sotobosque es denso en arbustos y hierbas; la superficie del suelo presenta una gran cantidad de hojarasca de árboles. El estrato medio se encuentra dominado por “quinilla roja” *Manilkara bidentata* [Sapotaceae], “inchoviki” *Nectandra* spp. [Lauraceae], “chimicua” [*Pseudolmedia* spp.], “sevantoki” *Pourouma* spp. [Urticaceae] y “copal” *Protium* spp. [Burseraceae]. El estrato superior se encuentra dominado por “mashonaste” *Clarisia* spp. [Moraceae], “paria” *Cedrelinga* spp. [Fabaceae], “cumala roja” *Otoba parvifolia* [Myristicaceae], entre otras especies. Las plantas de mayor importancia comercial que crecen en este tipo de bosque son, “paria” *Cedrelinga cateniformis* [Fabaceae], “catahua” *Hura crepitans* [Euphorbiaceae], “inchoviki”, “mashonaste”, “ishpingo” *Amburana cearensis* [Fabaceae] y “lupuna” géneros *Ceiba* y *Chorisia* [Malvaceae]. Entre las especies más representativas por su volumen maderable se tiene a “koñori”, *Hevea brasiliensis* [Euphorbiaceae] “quinilla roja”, “paria” y “quinilla blanca” *Micropholis* spp. [Sapotaceae]. Aquí también destaca la palmera “kamona” *Iriartea deltoidea*.

2. Bosque denso de pie de monte [Bd-pi]

Si bien este tipo de bosque se desarrolla principalmente sobre colinas altas, moderadamente empinadas y, en menor proporción, sobre colinas bajas, empinadas o moderadamente empinadas; se diferencia del bosque anterior, debido a su distancia del sistema montañoso de los Andes, con transiciones hacia colinas bajas. Los suelos están conformados por un estrato de hojarasca de hasta 5 cm de profundidad. Presenta un dosel aproximado

“inchoviki” *Nectandra* spp. [Lauraceae], “chimicua” [*Pseudolmedia* spp.], “sevantoki” *Pourouma* spp. [Urticaceae] y “copal” *Protium* spp. [Burseraceae]. The upper stratum is dominated by mashonaste” *Clarisia* spp. [Moraceae], “paria,” *Cedrelinga* spp. [Fabaceae], “cumala roja” *Otoba parvifolia* [Myristicaceae], among other species. The plants of greater commercial importance that grow in this type of forest are “paria” *Cedrelinga cateniformis* [Fabaceae], “catahua” *Hura crepitans* [Euphorbiaceae], “inchoviki”, “mashonaste”, “ishpingo” *Amburana cearensis* [Fabaceae] and “lupuna” genera *Ceiba* y *Chorisia* [Malvaceae]. Among the most representative species due to their timber volume are “koñori”, *Hevea brasiliensis* [Euphorbiaceae] “quinilla roja”, “paria” and “quinilla blanca” *Micropholis* spp. [Sapotaceae]. This also highlights the palm tree “kamona” *Iriartea deltoidea*.

2. Foothill Dense Forest [Bd-pi]

Although this type of forest develops mainly on high hills, moderately steep, and to a lesser extent on low hills, steep or moderately steep; this type differs from the former forest due to its distance from the Andean mountain system, with transitions towards low hills. The soils are formed by a layer of leaf litter up to 5 cm deep. It presents an approximate canopy of 25 m high, with a high number of individuals [ind/ha] and the highest volume of wood in the area, although lower density and diversity than the pre montane forest. The understory is composed of ferns [pteridophytes], palm seedlings of the genera *Astrocaryum* and *Attalea*, “tiroti and “shapaja”, “platanillo” *Heliconia episcopalis*, among others. The middle stratum is dominated by *Pseudolmedia* spp. “chimicua”, *Xylopia* spp. [Annonaceae] “espintana”, *Eclinussa* spp. [Sapotaceae] “caimitillo”, “estoraque” *Myroxylon balsamum* [Fabaceae], “charichuelo” *Garcinia macrophylla* [Clusiaceae] and palm trees such as tiroti. The upper stratum is dominated by the paria, “quinilla” *Chrysophyllum* spp. [Sapotaceae] and “cumala” [miristicáceas]. Among the plants of major commercial importance registered in this forest are the paria, inchoviki, “ishpingo”, “lupuna”. Among the most representative species due to their timber volume are “cumala”, “espintana”, inchoviki and “chimicua”.

de 25 m de altura, con un alto número de individuos por hectárea y el mayor volumen de madera en el área, aunque de menor densidad y diversidad que el bosque pre-montano. El sotobosque está compuesto por helechos (pteridofitas), plántulas de palmeras de los géneros *Astrocaryum* ["tiroti"] y *Attalea* ["shapaja"], "platanillo" *Heliconia episcopalis*, entre otras. El estrato medio se encuentra dominado por "chimicuá" *Pseudolmedia* spp. "espintana", *Xylopiá* spp. [Annonaceae] "caimitillo", *Eclinussa* spp. [Sapotaceae], "estoraque" *Myroxylon balsamum* [Fabaceae], "charichuelo" *Garcinia macrophylla* [Clusiaceae] y palmeras como "tiroti". El estrato superior está dominado por la "paria", "quinilla" *Chrysophyllum* spp. [Sapotaceae] y "cumala" [Myristicaceae]. Entre las plantas de mayor importancia comercial registradas en este bosque están, la "paria", "inchoviki", "ishpingo" y la "lupuna". Entre las especies más representativas por su volumen maderable se tiene a la "cumala", "espintana", "inchoviki" y "chimicuá".

3. Semidense Forest [Bsd]

This forest represents a transition between the dense forests of the area and the areas covered by bamboo [Guadua spp.]. It is characterized by having an intermediate density with small patches of enclosed dense forests and some patches of sparse forest forming a complex mosaic of varied densities. It is developed in the area of study on a variety of physiographic systems from high hills to hillocks. The soil surface has a large amount of leaf litter, mainly from "kapiroshi" Guadua spp.

The understory is dense, dominated by shrubs, grasses and seedlings of emergent trees of the Fabaceae, Moraceae, Burseraceae, Meliaceae and Chrysobalanaceae families. The middle stratum is dominated by inchoviki, "pumaqui" Aspidosperma macrocarpon [Apocynaceae], "remo caspi" A. nitidum, "quillobordon" A. excelsum and "tiroti". The upper stratum is dominated by "amasisa" Erythrina spp. [Fabaceae], "tsonpantoki" Otoba parvifolia, "cumala



Especialistas evaluando una parcela. / Specialists assessing a plot. ▲

3. Bosque semidenso [Bsd]

Este bosque representa una transición entre los bosques densos de la zona y las áreas cubiertas por la "paca" [*Guadua* spp.]. Está caracterizado por presentar una densidad intermedia con pequeños parches de bosque denso y algunos parches de bosque ralo, los cuales forman un mosaico complejo de densidad variable. Se desarrolla en el área de estudio sobre una variedad de sistemas fisiográficos, desde colinas altas hasta lomadas. La superficie del suelo presenta una gran cantidad de hojarasca, principalmente de "paca" *Guadua* spp. El sotobosque es denso, dominado por arbustos, hierbas y plántulas de los árboles emergentes de las familias Fabaceae, Moraceae, Burseraceae, Meliaceae y Chrysobalanaceae. El estrato medio se encuentra dominado por especies como el "inchoviki", "pumaquiro" *Aspidosperma macrocarpon*, "remocaspi" *Aspidosperma nitidum*, "quillobordon" *Aspidosperma excelsum* (Apocynaceae) y "tiroti". El estrato superior se encuentra dominado por; "amasisa" *Erythrina* spp. (Fabaceae), "tsonpantoki" *Otoba parvifolia*, "cumala negra" *Virola flexuosa* (Myristicaceae), "requia" *Guarea macrophylla* (Meliaceae), "poa" *Tachigali* sp. y "paria". La planta de mayor importancia comercial registrada en este bosque es la "cumala negra".

4. Bosque ralo con pacal [Brp]

Está compuesto de extensas áreas dominadas por la "paca" o "bambú amazónico" *Guadua* spp., lo que se refleja en un bosque ralo con bajo nivel de individuos arbóreos por hectárea y bajo volumen de madera. Se desarrolla sobre una variedad de sistemas fisiográficos, desde colinas altas hasta terrazas, debido a que depende más de la inclusión de áreas libres de dosel arbóreo, lo cual favorece la colonización por parte de la "paca". Las poblaciones de esta especie no presentan limitación aparente en su crecimiento debido a características fisiográficas; sin embargo, tienen una tendencia a desarrollarse en los valles y márgenes de los ríos. El suelo donde crecen los "pacales" (formaciones de paca) es arcilloso, la profundidad de la materia orgánica es de 1-3 cm, la cobertura del dosel varía desde moderadamente cerrado hasta abierto; el dosel es irregular y alcanza de 15-20 m de alto. Los árboles y las epífitas son escasas. El estrato medio se encuentra dominado por: "intsipa" *Ingá* spp. (Fabaceae), "cetico" *Cecropia* spp. (Urticaceae), "sevantoki" *Pourouma*

negra" *Virola flexuosa* (Myristicaceae), "requia" *Guarea macrophylla* (Meliaceae), "poa" *Tachigali* sp. and "paria". The plant of greater commercial importance registered in this forest is "cumala negra".

4. Bamboo-dominated Sparse Forest [Brp]

Extensive areas dominated by the *Guadua* genus, amazonian bamboo, which is reflected in a thin forest with low level of arboreal individuals (ind/ha) and low volume of wood. It develops on a variety of physiographic systems, from high hills to terraces, because it depends more on the inclusion of free areas of arboreal canopy, favoring the colonization of *Guadua*. The amazonian bamboo populations do not present an apparent limitation in their growth due to physiographic characteristics; however, they have a tendency to develop in the valleys and river banks. The soil where bamboo grow is clayey, the depth of the organic matter is 1 - 3 cm, and the canopy cover varies from moderately closed to open, with an irregular canopy that reaches 15-20 m oh height. Trees and epiphytes are scarce. The middle stratum is dominated by "intsipa" *Ingá* spp. (Fabaceae), "cetico" genus *Cecropia* (Urticaceae), "sevantoki" genus *Pourouma* (Urticaceae), "inchoviki" genus *Nectandra* and *Ocotea* (Lauraceae), "tangarana" *Triplaris* spp. (Polygonaceae). The upper stratum is dominated by sevantoki, "requia", "amasisa", and "tahuari" *Tabebuia serratifolia* (Bignoniaceae). Some species of commercial importance have been recorded here, such as "amasisa" and "tahuari".

The communities surrounding the RCM, assign the use to the plants in the forest (Figure 4); the harvesting of the direct products of the forest is a deeply rooted activity among them, being the main products: food, medicines to maintain their health and raw material to build their houses, like firewood, boats, crafts, among other services. It should be noted that numerous tree species that grow in all types of forest identified are also used as wood [carpentry] for the construction of rustic houses.

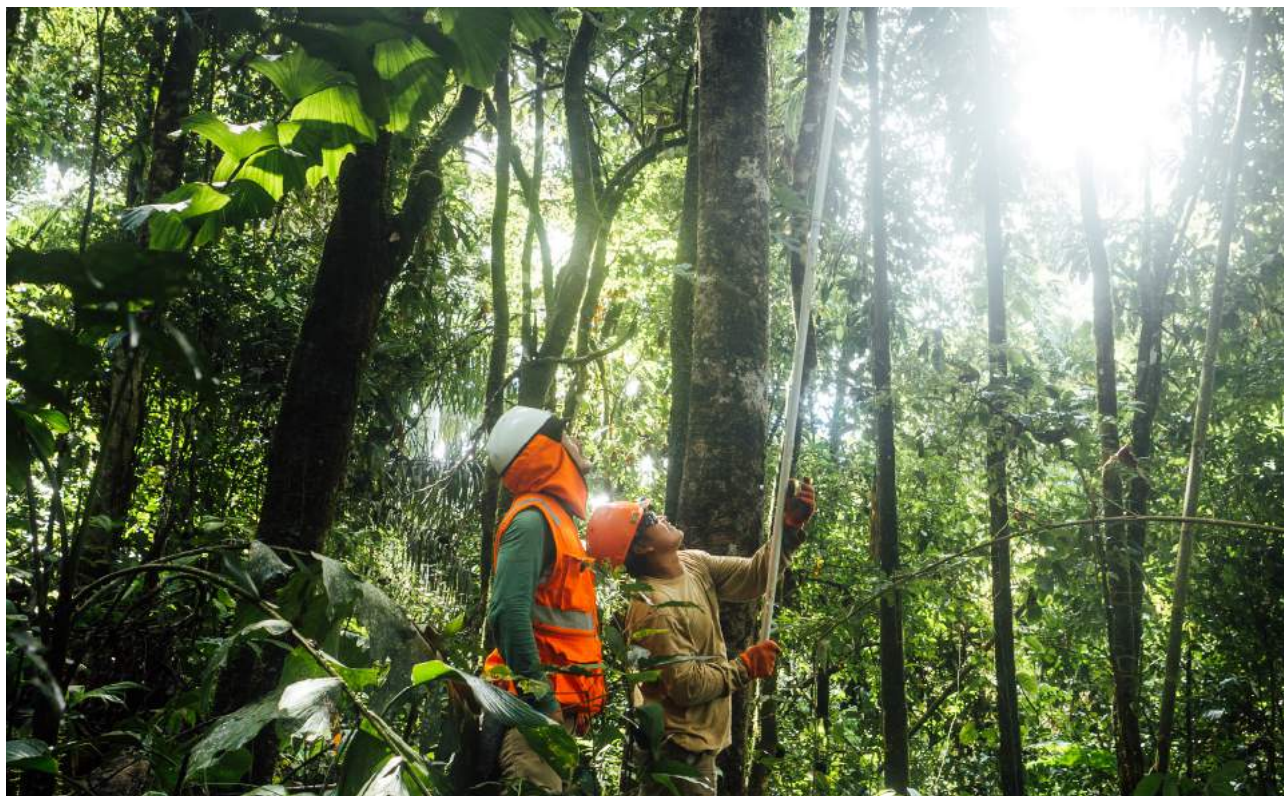
An analysis of the timber potential in the RCM indicates that Premontane Dense and Foothill Forests have the highest volumes of useable timber, being classified as excellent forests in the provision of timber resources (ONERN, 1987). Regarding the natural regeneration of forests as forest potential, tree species were

spp (Urticaceae), "inchoviki" *Nectandra* spp. y *Ocotea* spp. (Lauraceae), "tangarana" *Triplaris* spp. (Polygonaceae). El estrato superior está dominado por "sevantoki", "requia", "amasisa" y "tahuari" *Tabebuia serratifolia* (Bignoniaceae). Aquí se han registrado algunas especies de importancia comercial como la "amasisa" y el "tahuari".

Las comunidades circundantes a la RCM, le asignan un uso a las plantas del bosque (Figura 4). La recolección de los productos directos del bosque es una actividad bastante arraigada entre ellos, de los cuales los principales son: alimentos, medicinas, leña, materia prima para construir casas, embarcaciones y artesanías, entre otros servicios. Cabe destacar que numerosas especies arbóreas que crecen en todos los tipos de bosque identificados, son empleadas además como madera para la construcción de casas rústicas.

*identified as indicative of adequate natural succession and degree of conservation as primary or mature forests. Indicator species for the foothill dense forests are "espintana", "cumala", "inchoviki", "chimicua", "charichuelo" *Garcinia macrophylla* (Clausiaceae) and "quillobordon"; for Premontane dense forest, the species are "quinilla roja", "koñori, "cumala negra"; for Semidense forest with bamboo, "kamona", "intsipa", "cetico", "sevantoki" or "uvilla", "cumala negra" and "amasisa". Finally the species for the Bamboo-dominated Sparse Forest are "intsipa", "uvilla", "cetico", "cashapona" *Socratea exorrhiza* (Arecaceae), "inchoviki" and "requia".*

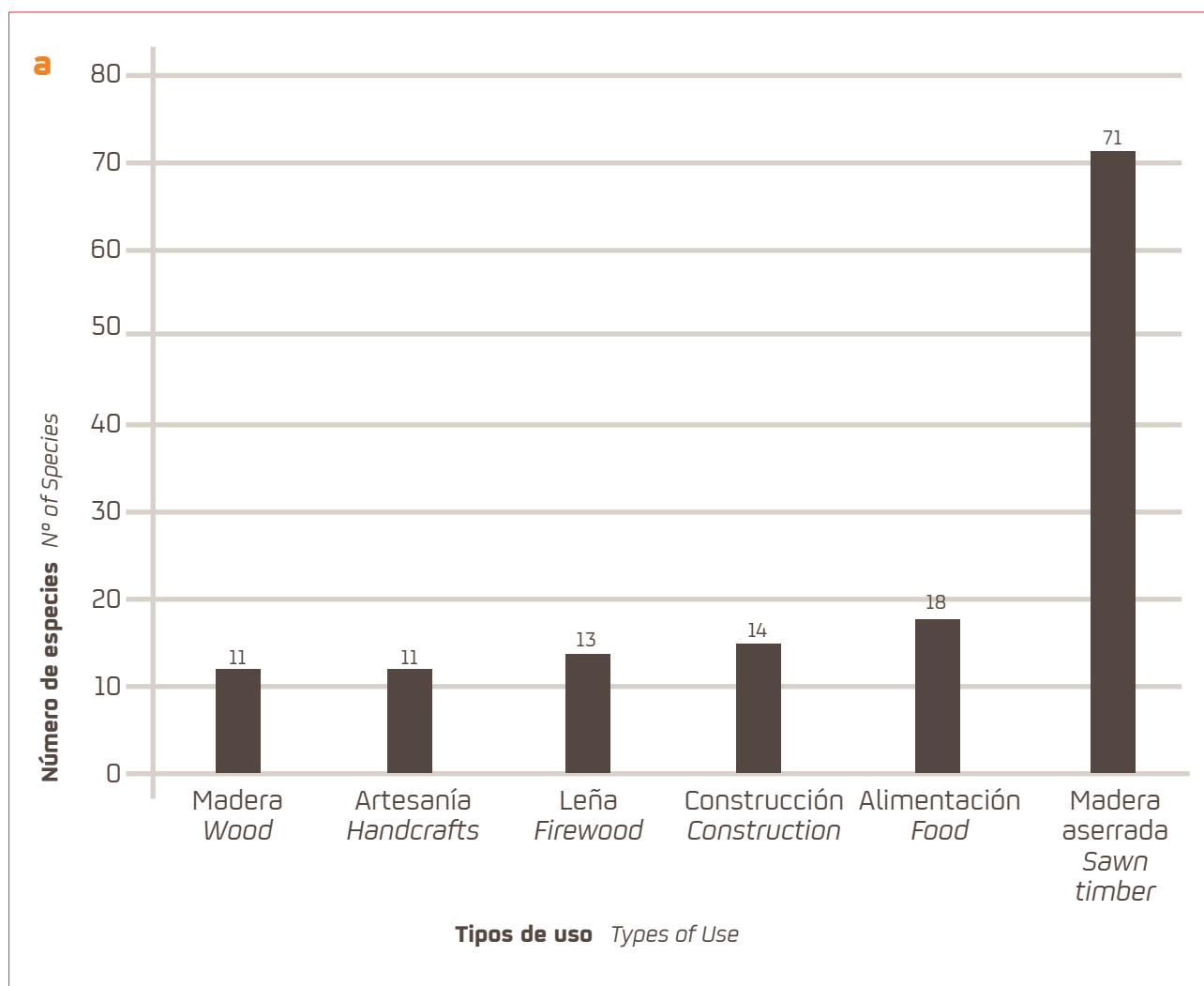
In terms of conservation, 10 species, that are either timber forest resources or palm trees for construction (non-timber), are in some category of conservation (Supreme Decree No. 043-2006-AG). Out of the 10 species, five are under the vulnerable (Vu) category; and the other five species under the near threatened (NT) category.



Los bosques densos premontanos y de pie de monte, presentan los más altos volúmenes de madera aprovechable. ▲
Premontane and Foothill Dense Forests have the highest volumes of useable timber.

Figura 4-A: Tipo de uso de los recursos forestales de la RCM

Figure 4-A: Uses Given to Forest Resources of the RCM



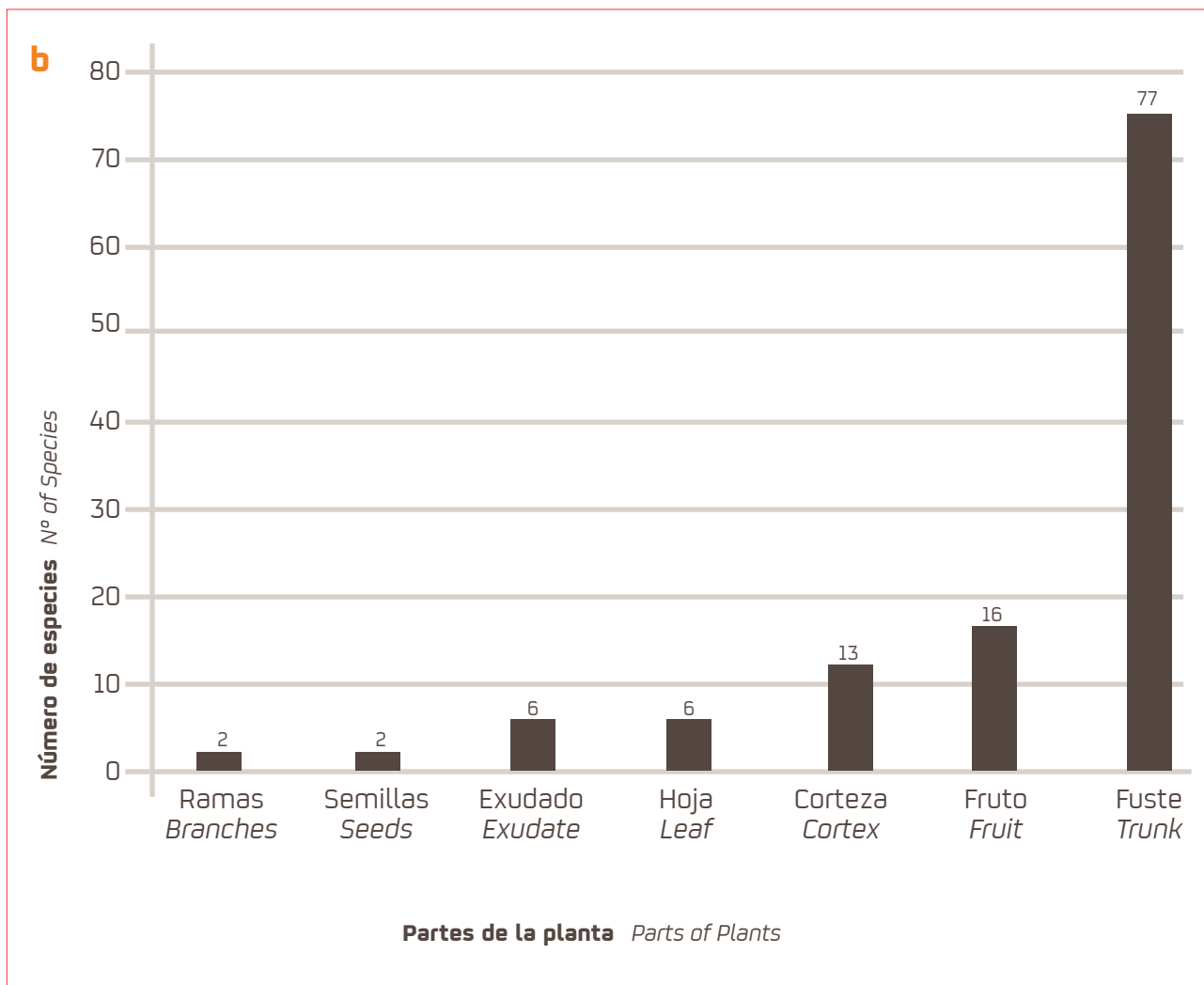
Un análisis del potencial maderable en la RCM, indica que los bosques densos premontanos y de pie de monte, presentan los más altos volúmenes de madera aprovechable, siendo calificados como bosques excelentes en la provisión de recursos forestales maderables [ONERN, 1987]. En cuanto a la regeneración natural de los bosques como potencial forestal, se registraron especies arbóreas indicadoras de una adecuada sucesión natural y grado de conservación como bosques primarios o maduros. Las especies indicadoras por tipo de bosque son a) Bosque denso de pie de monte: “espintana”, “cumala”, “inchoviki”, “chimicua”, “charichuelo” *Garcinia macrophylla* (Clausiaceae) y “quillobordon”; b) Bosques densos pre-montano: “quinilla roja”, “koñori”, “cumala negra”; c) bosque

Discussion and Conclusion

In the RCM master plan [SERANP, 2009] seven types of forests were identified, four of them have been identified in the area of the present study. According to the floristic characteristics and geographical aspects on which each of these vegetation units are developed, certain similarities can be found among the vegetation units described in each study [Table 2]. However, the riverbank forest, cloudy forest and Ferns forest might not have an equivalent vegetation unit with this study, as they have not been evaluated for being outside the assessment area. The importance is that the results of forest potential can be aligned with most of the vegetation units described in the Master Plan (most of the area in the RCM), as well as identifying gaps where additional assessments would be necessary.

Figura 4-B: Partes de las plantas que se utilizan

Figure 4-B: Parts of Plants that Are Used



semidenso: “kamona”, “intsipa”, “cetico”, “sevantoki” o “uvilla”, “cumala negra” y “amasisa”; finalmente, para el Bosque ralo con pacal se tiene a; “intsipa”, “uvilla”, “cetico”, “cashapona” *Socratea exorrhiza* [Arecaceae], “inchoviki” y “requia”.

En materia de conservación, 10 especies que son recursos forestales maderables o palmeras con uso para construcción (no maderable), se encuentran en alguna categoría de conservación [Decreto Supremo N° 043-2006-AG], 5 de ellas son “vulnerables” [VU] y las otras 5 están catalogadas como casi amenazadas [NT]. [Cuadro 1].

Another important aspect is the perception of native communities on forest resources, especially timber. All the local experts, who participated in the study, indicate that at the moment “they no longer extract wood within the reserve territories”. Much of this perspective, obtained in the last six years, is due to SERNANP actions, who is working in the diffusion of banning forest extraction. The use related to timber issue is that the inhabitants of the communities enter the reserve only to collect seeds of species for reforestation programs.

Cuadro 1. Especies arbóreas en alguna categoría de conservación nacional registradas durante la evaluación

Table 1. Tree Species with National Conservation Status Recorded During the Evaluation

Categoría de conservación <i>Conservation Category</i> (D.S. N° 043-2006-AG)	Nombre local <i>Local Name</i>	Nombre común <i>Common Name</i>	Especie <i>Species</i>
Vulnerables (VU) <i>Vulnerable (VU)</i>		Ishpingo	<i>Amburana cearensis</i>
	Santari	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
		Copaiba	<i>Copaifera paupera</i>
		Quinilla roja	<i>Manilkara bidentata</i>
		Tahuari	<i>Tabebuia serratifolia</i>
Casi amenazada (NT) <i>Near Threatened (NT)</i>		Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i>
		Lupuna	<i>Chorisia integrifolia,</i>
		Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i>
		Chuchuhuasi	<i>Maytenus macrocarpa</i>
	Tiroti	Huicungo	<i>Astrocaryum murumuru</i>

Discusión y conclusiones

En el Plan Maestro de la RCM (SERNANP, 2009) se identificaron 7 tipos de bosques, de los cuales han sido identificados en el área de estudio. De acuerdo con las características florísticas y los aspectos geográficos sobre las cuales se desarrolla cada una de estas unidades de vegetación, se pueden encontrar ciertas semejanzas entre las unidades de vegetación descritas en cada estudio (Cuadro 2). Sin embargo, el bosque ribereño, el bosque nublado y el bosque de helechos no tendrían una unidad de vegetación equivalente con este estudio, ya que no han sido evaluados por estar fuera del área de evaluación. Sin embargo, la importancia radica en que los resultados del potencial forestal pueden alinearse con gran parte de las unidades de vegetación descritas en el Plan Maestro (que abarca una mayor área de la RCM), además de que se identificaron aquellos vacíos de información por los cuales sería recomendable realizar evaluaciones adicionales.

Otro aspecto importante es la percepción de las comunidades nativas sobre los recursos forestales, sobre todo los maderables. Todos los expertos locales, que participaron en el estudio, indican que “ya no extraen madera dentro de la

Cuadro 2. Equivalencia entre los tipos de bosque identificados en el Plan Maestro de la RCM y aquellos identificados en el presente estudio

Table 2. Equivalence Among the Types of Forests Identified in the RCM Master Plan and those Identified During the Present Study

Plan Maestro de la RCM <i>Master Plan of the RCM</i>	Estudio actual <i>Current Study</i>
Bosque ribereño / <i>Riverbank Forest</i>	NE
Bosque de pacal / <i>Bamboo Forest</i>	Bosque ralo con pacal / <i>Bamboo-dominated Sparse Forest</i>
Bosque de terraza / <i>Terrace Forest</i>	Bosque semidenso / <i>Semidense Forest</i>
Bosque de colina / <i>Hill Forest</i>	Bosque denso de pie de monte / <i>Foothill Dense Forest</i>
Bosque de colina con fuerte pendiente <i>Hill Forest with Steep Slope</i>	Bosque denso premontano / <i>Premontane Dense Forest</i>
Bosque nublado / <i>Cloudy Forest</i>	NE
Bosque de helechos / <i>Ferns Forest</i>	NE

NE: No evaluado
NE: Not Evaluated

RCM". Gran parte de esta perspectiva, obtenida en los últimos 6 años, se debe al trabajo del SERNANP con respecto a la prevención de la extracción forestal. Por ello, con respecto al uso de los recursos forestales maderables, en la actualidad los pobladores de las comunidades ingresan a la RCM sólo para recolectar semillas de especies utilizadas en programas de reforestación.

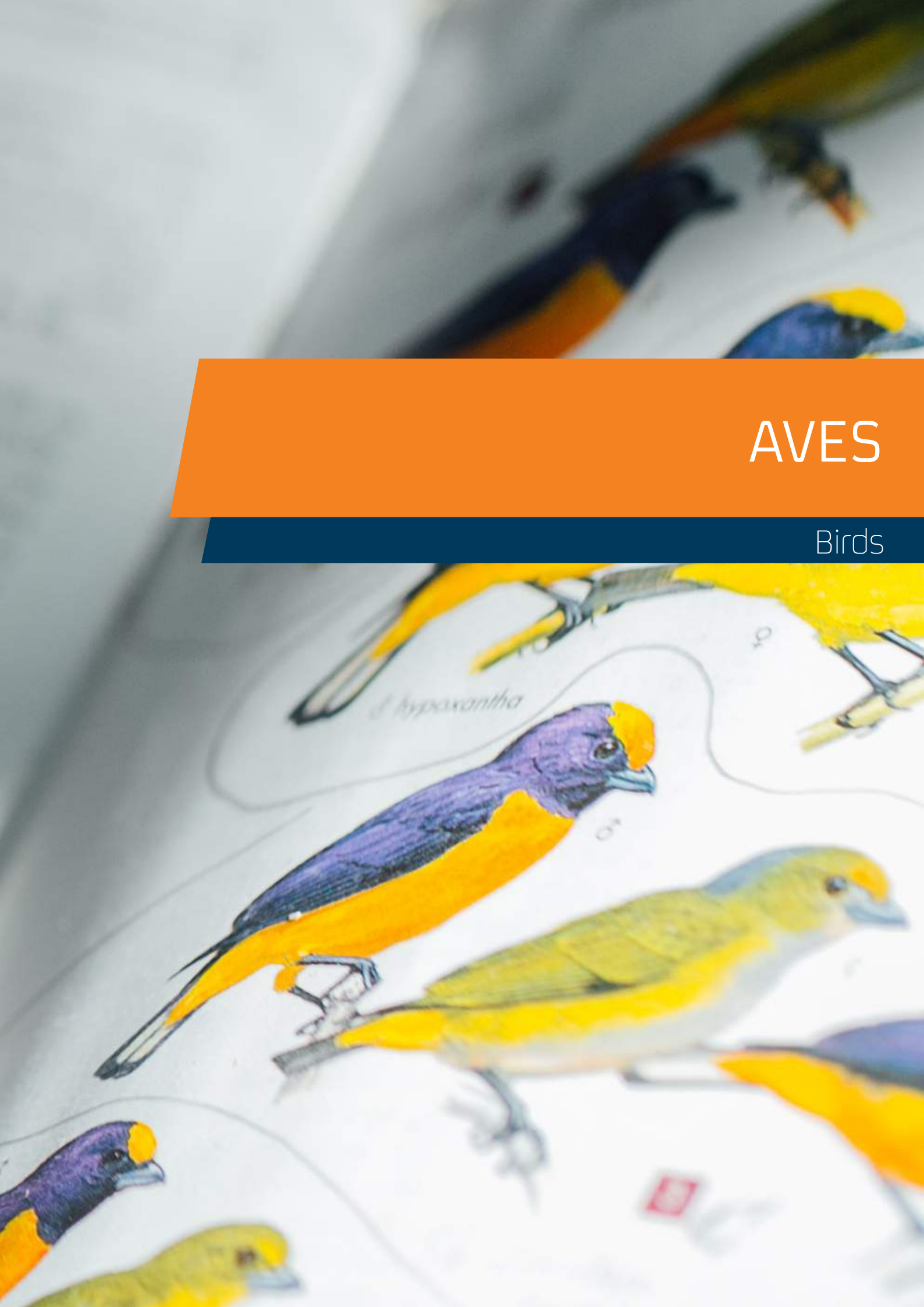
Referencias bibliográficas / *References*

- Colonnello, G., Oliveira-Miranda, M.A.; Álvarez, H. & Fedón, C. [2009]. Parque Nacional Turuépano, estado Sucre, Venezuela: unidades de vegetación y estado de conservación. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 172: 5-35.
- Conservación Internacional. [2007]. *Corredor de conservación Vilcabamba-Amboró [Perú- Bolivia]*. Recuperado de https://library.conservation.org/Published%20Documents/2009/Vilcabamba-Amboro-Peru%20_%20Bolivia-Spanish-2007.pdf
- FAO [2015] *Global Forest Resources Assessment 2015. How are the world's forests changing?*
- SERNANP. [2009]. *Plan Maestro 2009-2013 Reserva Comunal Machiguenga*. Lima, Perú.
- ONERN. [1987]. *Inventario y evaluación de los recursos naturales del Medio y Bajo Urubamba [reconocimiento]*. Departamento del Cusco. Lima, Perú.



AVES

Birds



Aves Birds

// Miriam Torres, Fernando Takano & Margot Panta-Corzo //

Introducción

La Reserva Comunal Machiguenga (RCM) alberga una inmensa variedad de aves, muchas de las cuales se caracterizan por su belleza y conspicuidad, pero que también son altamente importantes para los ecosistemas tropicales, porque contribuyen a la polinización, a la dispersión de semillas [Previatto *et al.*, 2013; Karubian *et al.*, 2012], y son, además, elementos clave en las redes alimentarias. Además, los bosques tropicales de la cuenca amazónica, como los del área de estudio, son los de mayor

Introduction

The Machiguenga Communal Reserve (RCM) harbors an immense variety of birds, many of which not only are characterized due to their beauty and conspicuity, but also are highly important to tropical ecosystems, since they contribute to pollination, seed dispersal [Previatto et al., 2013; Karubian et al., 2012], and are keystones to food chains as well. Besides, Tropical Forests of the Amazon Basin, as the ones of the study area, are the most diverse on the planet in terms



▲ Saltarín de cola redonda *Ceratopira chloromeros* (familia Pipridae).
Round-tailed Manakin Ceratopira chloromeros (family Pipridae).

diversidad de aves en el planeta [Plenge & Williams, 2013]. Como se verá más adelante, este conjunto de organismos también constituye un valiosísimo recurso potencial para las comunidades adyacentes a la reserva. Asimismo, la presencia de ciertas aves es útil como indicador ecológico, tanto de ambientes prístinos, como de aquellos que se encuentran bajo la presión de actividades humanas [Furness & Greenwood, 1993; Stouffer & Bierregaard, 1995; Fleishman *et al.*, 2005; González *et al.*, 2001].

La alta diversidad de la avifauna en la Reserva se debe a que dentro de ella existen numerosos hábitats y microhábitats [Karr & Freemark, 1983; Terborgh, 1985], típicos de la región del bajo Urubamba, lo cual es comparable con otros lugares, como lo evidencian varios estudios llevados a cabo cerca de la RCM [Dallmeier & Alonso, 1997; Alonso & Dallmeier, 1998, Alonso *et al.*, 2001] y dentro de ella [Vitorino, *et al.*, 2006; Peru LNG, 2007], los cuales han generado información importante del estado de conservación de la avifauna.

La evaluación de las aves permitió estudiar su estructura, composición, riqueza, abundancia y estado de conservación, así como su potencial uso por parte de las comunidades nativas adyacentes a la reserva. Por tanto, se espera que esta información sea útil al proceso de conservación de la Reserva y sus alrededores.

Métodos

El inventario de avifauna se realizó mediante censos por puntos de conteo [Reynolds *et al.*, 1980; Bibby *et al.*, 1993]; para ello, se establecieron transectos con 10 puntos de conteo cada uno y la separación entre punto y punto fue de 200 metros. Los conteos se llevaron a cabo mediante una búsqueda visual y auditiva durante 10 minutos en cada punto. Además, se enriqueció el inventario de especies mediante el uso de redes de neblina, observaciones ocasionales y entrevistas a los colaboradores locales. El esfuerzo de muestreo total fue de 440 puntos de conteo y 3328 horas/red [416 redes de neblina].

El estudio también incluyó el análisis de composición de especies por gremio trófico, abundancia, distribución vertical, bandadas mixtas, áreas de importancia para la avifauna, especies de importancia para la conservación y uso potencial de la avifauna por parte de las comunidades nativas adyacentes a la RCM.

*of birds [Plenge & Williams, 2013]. As it will be described, these organisms represent a truly valuable resource for communities surrounding the RCM. Moreover, the presence of certain birds is useful as an ecological indicator, both to pristine environments and to those under pressure due to human activities [Furness & Greenwood, 1993; Stouffer & Bierregaard, 1995; Fleishman *et al.*, 2005; González *et al.*, 2001].*

*The high diversity of the avifauna in the RCM, results from the existence of many types of habitats and microhabitats in it [Karr & Freemark, 1983; Terborgh, 1985], which is usual in the Lower Urubamba region and similar with other nearby areas, as it is documented in several studies performed near the RCM [Dallmeier & Alonso, 1997; Alonso & Dallmeier, 1998, Alonso *et al.*, 2001] and inside it [Vitorino, *et al.*, 2006; Peru LNG, 2007], all of which have provided important information about the conservation status of the avifauna.*

Bird surveys allowed us to study the structure, composition, richness, abundance and conservation status, as well as the potential use of the avifauna by the native communities near the RCM. Therefore, we hope this information to be useful in the process of conservation of the RCM and its surroundings.

Methods

*The bird checklist was made by means of surveys based on point counts [Reynolds *et al.*, 1980; Bibby *et al.*, 1993]. Thus, transects with 10 point counts each were established, and the distance from one point to another was 200 m. Bird surveys included visual and auditory search during a period of 10 minutes per point. Furthermore, the inventory was complemented by mist-netting, occasional observations and interviews to local people. The total sampling effort included 440 point-counts and 3328 net-hours [416 mist nets].*

In addition, the study also took into consideration the analysis of species composition by trophic guild, abundance, vertical distribution, mixed flocks, important bird areas, important species for conservation and the potential use of birds by native communities adjacent to the RCM.

Resultados

Se registraron en total 287 especies pertenecientes a 46 familias y 17 órdenes. El grupo que destacó fue el de las “aves canoras” o “perchadoras” (orden Passeriformes), con 174 especies (60 %); seguido por los “carpinteros”, los “tucanes” y los “barbudos” (orden Piciformes) con 19 especies; los “loros”, “guacamayos” y “periquitos” (orden Psittaciformes) con 14 especies, y finalmente los “vencejos” y “picaflores” (orden Apodiformes) con 16 especies.

A causa de su extrema movilidad las aves son especialmente sensibles a la estratificación vertical en la vegetación (Plascencia, 2009). En este sentido, se encontró que la distribución vertical de la avifauna en la RCM fue la siguiente: 174 especies en el dosel, 128 especies en el subdosel y 176 especies en el sotobosque (Figura 1).

Dentro de las aves canoras o perchadoras, el grupo con mayor riqueza de especies fue el de los “hormigueros” o “batarás” (familia *Thamnophilidae*), en el sotobosque o el estrato inferior del bosque (Schulenberg *et al.*, 2010). Aparte de ellas, se encuentran otras aves insectívoras como los “horneros” y “trepatroncos” (familia *Furnariidae*), y los “atrapamoscas” (familia *Tyrannidae*). Estos grupos también pueden ubicarse en el sotobosque o en estratos medios, y desde los estratos medios hasta el tope del bosque se pueden observar las coloridas “tangaras” y “mieleros” (familia *Thraupidae*), que son especies frugívoras y nectarívoras, principalmente, pero que pueden asociarse con otras especies y conformar bandadas mixtas. A nivel de gremios tróficos, la avifauna estuvo compuesta por un 55 % de especies insectívoras, 14 % frugívoras, 12 % omnívoras, 8 % granívoras, 6 % carnívoras, 5 % nectívoras, y una especie necrófaga.

Las especies más abundantes fueron la “cotorra de ojo blanco” o “pareto” *Psittacara leucophthalma*, el “hormiguero de líneas blancas” *Percnostola lophotes* y la “piha gritona” o “cohuiba” *Lipaugus vociferans*. Cabe destacar que, si bien estas especies no son conspicuas a nivel de plumaje, son aves de amplia distribución en la selva amazónica peruana. Asimismo, la “piha gritona” es considerada como “la voz de la Amazonía”

Results

The total number of species recorded was 287, which belong to 46 families and 17 orders. The group that stood out was the “songbirds” or “passerines” (order Passeriformes), with 174 species (60 %); followed by “woodpeckers”, “toucans” and “barbets” (order Piciformes) with 19 species; “parrots”, “macaws” and “parakeets” (order Psittaciformes) with 14 species; and finally “swifts” and “hummingbirds” (order Apodiformes) with 16 species.

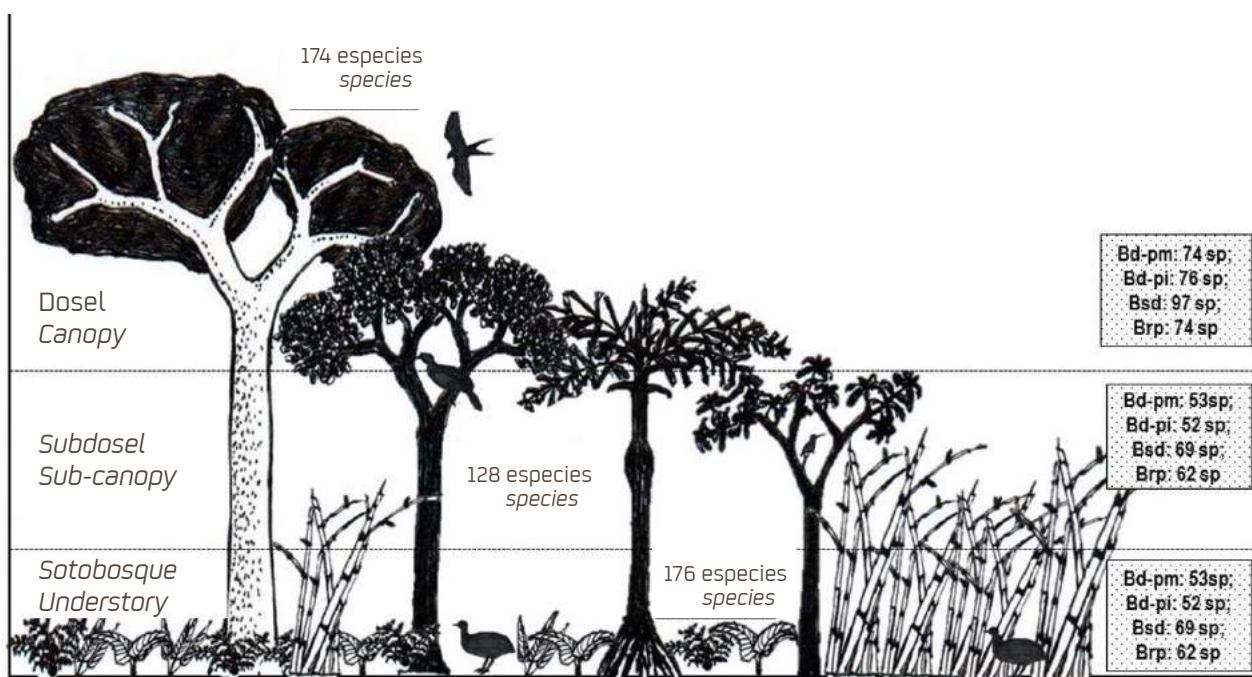
Due to their extreme mobility, birds are especially sensitive to vertical stratification of the vegetation (Plascencia, 2009). In this regard, vertical distribution of the avifauna in the RCM was found to be as follows: 174 species in the canopy, 128 species in the sub-canopy, and 176 species in the understory (Figure 1).

Among songbirds or passerines, the group with the majority of species was composed by “antbirds” or “antshrikes” (family *Thamnophilidae*), which live in the understory or lower forest stratum (Schulenberg *et al.*, 2010). Apart from these, there are other insectivorous birds like the “foliage-gleaners” and “woodcreepers” (family *Furnariidae*), and the “flycatchers” (family *Tyrannidae*). These groups can also be located in the understory or middle stratum, and from them to the top of the forest the colorful “tanagers” and “honeycreepers” (family *Thraupidae*) can be seen, many of which are mainly frugivore and nectarivore species, but can also gather with other species to form mixed flocks. Regarding the trophic guilds, the avifauna was composed of 55 % insectivorous, 14 % frugivorous, 12 %, omnivorous, 18 % granivorous, 6 % carnivorous, 5 % nectivorous and 1 necrophagous species.

The most abundant species were the “White-eyed Parakeet” or “pareto”, *Psittacara leucophthalma*, the “White-lined Antbird”, *Percnostola lophotes* and the “Screaming Piha” or “cohuiba”, *Lipaugus vociferans*. Notably, although these species might not be conspicuous in terms of their plumage, they are widely distributed in the Peruvian Amazon Rainforest. In addition, the “Screaming Piha” is regarded as “the voice of the Amazon” and its vocalizations produces one of the most characteristic sounds of floodplain rainforests (Schulenberg *et al.*, 2010).

Figura 1. Distribución vertical de la comunidad de aves en los bosques de la RCM Bd-pm: bosque denso premontano; Bd-pi: bosque denso de pie de monte; Bsd: bosque semidenso; Brp: bosque ralo con pacal

Figure 1. Vertical Distribution of the Bird Community in the RCM Forests; Bd-pm: Premontane Dense Forest; Bd-pi: Foothill Dense Forest; Bsd: Semidense Forest; Brp: Bamboo-dominated Sparse Forest



y su canto produce uno de los sonidos más característicos de los bosques de llanura [Schulenberg *et al.*, 2010].

En el Bosque ralo con pacal, dominado por la “paca” [*Guadua sarcocarpa*] se encontró la mayor cantidad de especies [69 %], aunque en cada uno de los demás bosque también fue alto el número de especies halladas, ya que osciló entre el 50 % y el 67 % del total de aves [Figura 2].

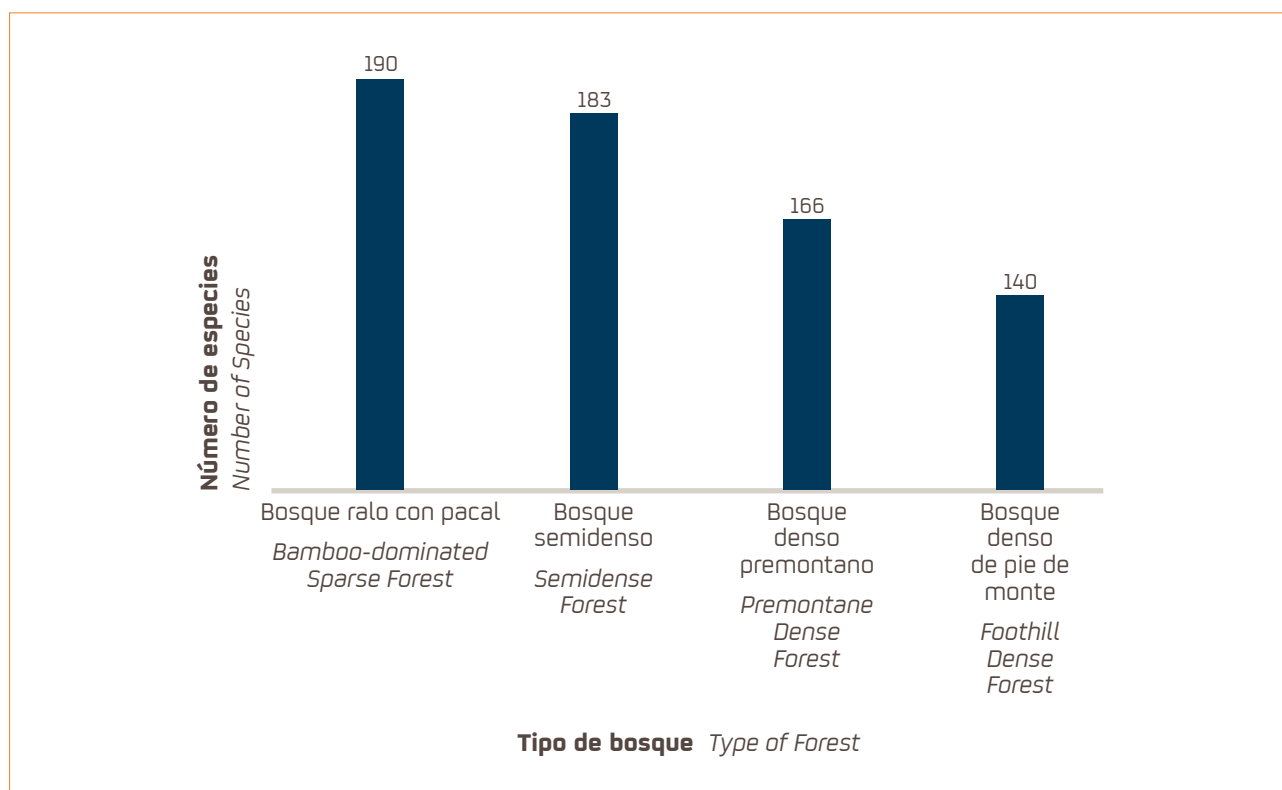
Del total de especies, 25 formaron parte de bandadas mixtas¹, la mayoría de las cuales fueron “hormigueritos”, “batarás” [familia *Thamnophilidae*], “tangaras” [familia *Thraupidae*] o “trepatroncos” [familia *Furnariidae*], y pertenecieron a las familias con mayor número de especies en la evaluación. Entre estas especies, las del género *Thamnomanes* actúan como líderes de las bandadas [Schulenberg *et al.*, 2010], las que al desplazarse en el sotobosque y el subdosel

In the Bamboo dominated sparse forest, where the main species is the “paca” [*Guadua sarcocarpa*], was found the largest number of species [69 %], even though in each of the other forests the number of recorded species was also high, since it ranged between 50 % and 67 % of the total number. [Figure 2]

From all the species, 25 of them formed part of mixed flocks, most of which were “antbird”, “antshrikes” [family *Thamnophilidae*], “tanagers” [family *Thraupidae*] or “woodcreepers” [family *Furnariidae*], and belonged to the families with the largest numbers of species. Among these species, the ones that belong to the genus *Thamnomanes* act as leaders of the flocks [Schulenberg *et al.*, 2010], which might be able to “control” large ones since they move in the understory and sub-canopy. Most species within flocks [66 %] have an insectivorous diet [Munn & Terborgh, 1979] and move from the ground to the canopy, therefore they would form flocks of a considerable size as those observed during surveys.

Figura 2. Número de especies de aves por tipo de bosque

Figure 2. Number of Bird Species by Type of Forest



podrían “controlar” bandadas grandes. La mayoría de las especies de estas bandadas (66 %) siguen una dieta insectívora (Munn & Terborgh, 1979) y se desplazan desde el nivel del suelo hasta el dosel, por lo que conformarían bandadas de tamaños considerables como los que se observaron durante las evaluaciones.

En cuanto a las aves con alguna categoría de protección según los criterios de la legislación nacional (D.S. N° 004-2014-MINAGRI) e internacional (IUCN, 2015; CITES, 2015), y que presentan endemismo (Plenge, 2015), se registró un total de 62 especies (Cuadro 1). Las especies sobresalientes fueron el “guacamayo de cabeza azul” *Primolius couloni*, ave vulnerable cuya población está decreciendo, debido a la pérdida de su hábitat por deforestación y al comercio ilegal como mascota (BirdLife, 2016); el “paujil común” *Mitu tuberosum*, que es un ave vulnerable debido a que su carne es muy apreciada (Koepcke & Koepcke, 1963); el “arasari encrespado” *Pteroglossus beauharnaesii* y el “ermitaño de

*With regard to the birds listed in some category of conservation, according to the national Peruvian regulations (D.S. N° 004-2014-MINAGRI) or the international criteria (IUCN, 2015; CITES, 2015), and to the endemic birds (Plenge, 2015), 62 species were registered (Table 1). Among them, the outstanding birds were the “Blue-headed Macaw” *Primolius couloni*, which is regarded as a vulnerable species whose population is decreasing due to the loss of its habitat caused by deforestation and illegal trade as pets (BirdLife, 2016), and the “Razor-billed Curassow”, *Mitu tuberosum*, which is also considered a vulnerable bird, because of its highly prized meat (Koepcke & Koepcke, 1963). Likewise; the “Curl-crested Araçari”, *Pteroglossus beauharnaesii* and the “Koepcke’s Hermit” *Phaethornis koepckeae*, are both regarded as near threatened birds, because they are prized as ornamental birds whose trade is suggested to be controlled for their population not to decline (CITES, 2015).*

Koepcke" *Phaethornis koepckeae*, por su parte, son aves casi amenazadas y que son apreciadas como especies ornamentales, cuyo comercio se sugiere que sea controlado para que sus poblaciones no declinen [CITES, 2015].

Por otro lado, se identificaron 2 especies endémicas de Perú: el "ermitaño de Koepcke" *Phaethornis koepckeae* y el "cacique de Koepcke" *Cacicus koepckeae*. La primera, se encuentra distribuida en bosques húmedos de varios departamentos de la selva peruana, mientras que la segunda está restringida básicamente a ciertos bosques de Cusco, Madre de Dios y Ucayali.

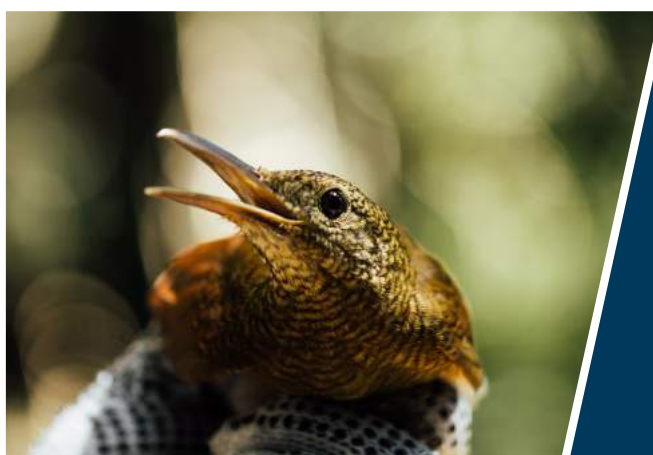
También se observaron aves migratorias que se reproducen en Norteamérica y emigran a Perú en la fase no reproductiva, como el "pibí boreal" *Contopus cooperi*, el "pibí oriental" *Contopus virens* y el "zorzal de Swainson" *Catharus ustulatus* [Schulenberg et al., 2010, Stotz et al., 1996].

Como ya se mencionó, la avifauna es importante para los habitantes de las comunidades adyacentes a la Reserva, ya que se han identificado 56 especies con uso potencial, principalmente alimenticio y ornamental [Cuadro 2]. Entre las que son fuente potencial de alimento se encuentran la "perdiz gris" o "kentsori" *Tinamus tao*, la "perdiz grande" o "yoncoro" *Tinamus major*, la "pucacunga" *Penelope jacquacu*, el "manacaraco" *Ortalis guttata*, la "paloma de frente

On the other hand, 2 endemic species of Perú were observed: the "Koepcke's Hermit", *Phaethornis koepckeae*, and the "Selva Cacique", *Cacicus koepckeae*. The first one occurs in humid forests of various departments of the Peruvian rainforest, whilst the Selva Cacique is restricted to certain forests in Cusco, Madre de Dios and Ucayali.

Moreover, migratory birds that breed in North America and migrate to Peru in the non-reproductive phase were also recorded: the "Olive-sided Flycatcher" *Contopus cooperi*, the "Eastern Wood Pewee" *Contopus virens* and the "Swainson's Thrush" *Catharus ustulatus* [Schulenberg et al., 2010].

As mentioned previously, the avifauna is important for the population surrounding the RCM, since at least 56 species with potentially useful were recorded, mainly for food or ornamental use [Table 2]. Among the species used as food are the "Gray Tinamou" or "kentsori" *Tinamus tao*, the "Great Tinamou" or "yoncoro" *Tinamus major*, the "Spix's Guan" or "pucacunga" *Penelope jacquacu*, the "Speckled Chachalaca" or "manacaraco" *Ortalis guttata*, the "Gray-fronted Dove" or "consaro", *Leptotila rufaxilla* and the "Mealy Parrot" or "kintaro" *Amazona farinosa*. Among the species with an ornamental use are the "parrots" and "macaws", the "trogons" or "compero" *Trogon spp.*; the "toucans", "toucanets" or "arasaris", and the "woodpeckers", since their feathers are employed as accessories to decorate



Trepador barrado
amazónico
Dendrocolaptes certhia.

Amazonian
Barred-Woodcreeper
Dendrocolaptes certhia.

¹ Las bandadas mixtas se definen como agrupaciones de individuos, parejas o grupos de dos o más especies conectadas por comportamientos sociales comunes, principalmente relacionados al desplazamiento y alimentación en conjunto [Munn & Terborgh, 1979; Powell, 1979; Hutto, 1994].

¹ Mixed flocks are groups of individual, couples or groups of two or more species connected through social common behavior, mainly related to joint movement and feeding habits [Munn & Terborgh, 1979; Powell, 1979; Hutto, 1994].

Cuadro 1. Especies de aves amenazadas, endémicas y migratorias registradas en la RCM

Familia	Especie	Nombre local	Nombre Machiguenga	D.S. N° 004-2014-MINAGRI	IUCN (2015)	CITES (2015)	Endémica (Plenge, 2015)	Migratoria (Schulenberg et al., 2010; Stotz et al., 1996)	Bd-prm	Bd-pi	Bsd	Bip
Accipitridae	<i>Harpagus bidentatus</i>	Elanio bidentado			LC	II					x	
Accipitridae	<i>Pseudastur albicollis</i>	Gavilán blanco			LC	II			x		x	
Accipitridae	<i>Spizaetus ornatus</i>	Aguila penachuda			NT	II			x	x		
Accipitridae	<i>Spizaetus tyrannus</i>	Aguila negra			LC	II					x	
Columbidae	<i>Geotrygon saphirina</i>	Paloma-perdiz zafiro			VU						x	x
Columbidae	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma rojiza			VU				x	x	x	x
Cracidae	<i>Mitu tuberosum</i>	Paujil común	Paujil	NT	LC	I			x	x		
Cracidae	<i>Pipile cumanensis</i>	Pava de garganta azul	Kanari	NT	VU				x		x	x
Falconidae	<i>Daptrius ater</i>	Caracara negro			LC	II						
Falconidae	<i>Falco rufigularis</i>	Halcón caza murciélagos			LC	II				x		x
Falconidae	<i>Herpethotes cachinnans</i>	Halcón reidor			LC	II						x
Falconidae	<i>Ibycter americanus</i>	Caracara de vientre blanco	Aroni		LC	II			x	x	x	x
Falconidae	<i>Micrastur buckleyi</i>	Halcón-montés de buckley			LC	II			x		x	x
Falconidae	<i>Micrastur ruficollis</i>	Halcón-montés barrado			LC	II						x
Falconidae	<i>Micrastur semitorquatus</i>	Halcón-montés acollarado			LC	II			x		x	x
Furnariidae	<i>Deconychura longicauda</i>	Trepador de cola larga			NT				x	x	x	x
Furnariidae	<i>Synallaxis cabanisi</i>	Cola-espina de cabanis			NT							x
Furnariidae	<i>Syndactyla ucayalae</i>	Pico-recurvo peruano		NT	NT				x		x	x
Icteridae	<i>Cacicus koepckeae</i>	Cacique de koepcke		NT	EN		x					x
Psittacidae	<i>Amazona farinosa</i>	Loro harinoso	Kintaro		LC	II			x	x	x	x
Psittacidae	<i>Amazona ochrocephala</i>	Loro de corona amarilla	Eroti		LC	II			x	x	x	x
Psittacidae	<i>Ara ararauna</i>	Guacamayo azul y amarillo	Kimaru		LC	II			x	x	x	x
Psittacidae	<i>Ara chloropterus</i>	Guacamayo rojo y verde	Kimaru	NT	LC	II					x	x
Psittacidae	<i>Ara macao</i>	Guacamayo escarlata	Kirahari	NT	LC	I			x	x	x	x
Psittacidae	<i>Ara severus</i>	Guacamayo de frente castaña	Sabeto		LC	II			x	x	x	x
Psittacidae	<i>Aratinga weddellii</i>	Cotorra de cabeza oscura	Pareto		LC	II						x
Psittacidae	<i>Brotogeris cyanopectera</i>	Perico de ala cobalto			LC	II			x	x	x	x
Psittacidae	<i>Brotogeris sanctithomae</i>	Perico tui			LC	II						x
Psittacidae	<i>Orthopsittaca manilata</i>	Guacamayo de vientre rojo			LC	II						x
Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>	Loro de cabeza azul	Chorito		LC	II			x	x	x	x
Psittacidae	<i>Primolius couloni</i>	Guacamayo de cabeza azul		VU	VU	I				x		x
Psittacidae	<i>Psittacara leucophthalma</i>	Cotorra de ojo blanco	Pareto		LC	II			x	x	x	x

Familia	Especie	Nombre local	Nombre Machiguenga	D.S. N° 004-2014-MINAGRI	IUCN (2015)	CITES (2015)	Endemica (Plenge, 2015)	Migratoria (Schulenberg et al., 2010; Stotz et al., 1996)	Bd-pm	Bd-pi	Bsd	Brp
Psittacidae	<i>Pyrrhura roseifrons</i>	Perico de frente rosada			DD	II				x		x
Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán de garganta blanca	Opempe		LC	II			x	x	x	x
Ramphastidae	<i>Ramphastos vitellinus</i>	Tucán de pico acanalado			LC	II			x	x		x
Ramphastidae	<i>Pteroglossus beauharnaesii</i>	Arasari encrespado		NT	LC							
Strigidae	<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café	Pompori		LC	II					x	
Strigidae	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Lechucita ferruginosa	Mamaro		LC	II			x		x	x
Strigidae	<i>Megascops watsonii</i>	Lechuza de vientre leonado	Mamaro		LC	II			x		x	
Thamnophilidae	<i>Pernostola lophotes</i>	Hormiguero de líneas blancas			NT				x		x	x
Tinamidae	<i>Crypturellus atropurpureus</i>	Perdiz de gorro negro			NT							x
Tinamidae	<i>Tinamus guttatus</i>	Perdiz de garganta blanca			NT					x	x	
Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	Perdiz grande	Yoncoro		NT					x	x	x
Tinamidae	<i>Tinamus tao</i>	Perdiz gris	Kentsori		VU				x		x	x
Trochilidae	<i>Amazilia lactea</i>	Colibrí de pecho zafiro			LC	II			x			
Trochilidae	<i>Anthracothorax nigricollis</i>	Mango de garganta negra			LC	II						x
Trochilidae	<i>Campylopterus largipennis</i>	Ala-de-sable de pecho gris			LC	II			x	x	x	x
Trochilidae	<i>Doryfera ludovicae</i>	Pico-lanza de frente verde			LC	II			x			
Trochilidae	<i>Eutoxeres candamini</i>	Pico-de-hoz de cola canela			LC	II			x	x	x	x
Trochilidae	<i>Glaucis hirsutus</i>	Ermitaño de pecho canela			LC	II				x		x
Trochilidae	<i>Heliodoxa aurescens</i>	Brillante de pecho castaño			LC	II			x			x
Trochilidae	<i>Phaethornis hispidus</i>	Ermitaño de barba blanca			LC	II			x		x	
Trochilidae	<i>Phaethornis koepckeae</i>	Ermitaño de koepcke		NT	NT	II	x		x	x		x
Trochilidae	<i>Phaethornis malaris</i>	Ermitaño de pico grande	Tsonquiri		LC	II			x	x	x	x
Trochilidae	<i>Phaethornis ruber</i>	Ermitaño rojizo			LC	II					x	
Trochilidae	<i>Phaethornis stuarti</i>	Ermitaño de ceja blanca			LC	II			x		x	
Trochilidae	<i>Thalurania furcata</i>	Ninfa de cola ahorquillada			LC	II			x	x	x	x
Trochilidae	<i>Threnetes leucurus</i>	Ermitaño de cola pálida			LC	II			x	x	x	x
Turdidae	<i>Catharus ustulatus</i>	Zorzal de Swainson			LC			Boreal			x	
Tyrannidae	<i>Cnipodectes superfluus</i>	Alitorcido rufo			VU						x	
Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>	Pibí boreal			NT			Boreal	x			x
Tyrannidae	<i>Contopus virens</i>	Pibí oriental			LC			Boreal			x	

EN: En Peligro, VU: Vulnerable, NT: Casi Amenazado, LC: Preocupación Menor, DD: Datos Insuficientes, II, Apéndice II, III: Apéndice III Formaciones vegetales; Bd-pm: Bosque denso premontano, Bd-pi: Bosque denso de pie de monte, Brp: Bosque ralo con pacal, Bsd: Bosque semidenso; [x]: presencia [Nomenclatura de las aves: Plenge, 2015]

Table 1. Endangered, Endemic and Migratory Birds Recorded in the RCM

Family	Species	Local Name	Machiguenga Name	S.D. N° 004-2014-MINAGRI	IUCN (2015)	CITES (2015)	Endemic (Plenge, 2015)	Migratory (Schulenberg et al., 2010, Stotz et al., 1996)	Bd-prm	Bd-pl	Bsd	Brp
Accipitridae	Harpagus bidentatus	Double-toothed Kite			LC	II					x	
Accipitridae	Pseudastur albicollis	White Hawk			LC	II			x		x	
Accipitridae	Spizaetus ornatus	Ornate Hawk-Eagle			NT	II			x	x		
Accipitridae	Spizaetus tyrannus	Black Hawk-Eagle			LC	II					x	
Columbidae	Geotrygon saphirina	Sapphire Quail-Dove			VU						x	x
Columbidae	Patagioenas subvinacea	Ruddy Pigeon			VU				x	x	x	x
Cracidae	Mitu tuberosum	Razor-billed Curassow	Paujil	NT	LC	I			x	x		
Cracidae	Pipile cumanensis	Blue-throated Piping-Guan	Kanari	NT	VU				x		x	x
Falconidae	Daptrius ater	Black Caracara			LC	II						
Falconidae	Falco rufigularis	Bat Falcon			LC	II				x		x
Falconidae	Herpetotheres cachinnans	Laughing Falcon			LC	II						x
Falconidae	Ibycter americanus	Red-throated Caracara	Aroni		LC	II			x	x	x	x
Falconidae	Micrastur buckleyi	Buckley's Forest-Falcon			LC	II			x		x	x
Falconidae	Micrastur ruficollis	Barred Forest-Falcon			LC	II						x
Falconidae	Micrastur semitorquatus	Collared Forest-Falcon			LC	II			x		x	x
Furnariidae	Deconychura longicauda	Long-tailed Woodcreeper			NT				x	x	x	x
Furnariidae	Synallaxis cabanisi	Cabanis's Spinetail			NT							x
Furnariidae	Syndactyla ucayalae	Peruvian Recurvebill		NT	NT				x		x	x
Icteridae	Cacicus koepckeae	Selva Cacique		NT	EN		x					x
Psittacidae	Amazona farinosa	Mealy Parrot	Kintaro		LC	II			x	x	x	x
Psittacidae	Amazona ochrocephala	Yellow-crowned Parrot	Eroti		LC	II			x	x	x	x
Psittacidae	Ara ararauna	Blue-and-yellow Macaw	Kimaru		LC	II			x	x	x	x
Psittacidae	Ara chloropterus	Red-and-green Macaw	Kimaru	NT	LC	II					x	x
Psittacidae	Ara macao	Scarlet Macaw	Kirahari	NT	LC	I			x	x	x	x
Psittacidae	Ara severus	Chestnut-fronted Macaw	Sabeto		LC	II			x	x	x	x
Psittacidae	Aratinga weddellii	Dusky-headed Parakeet	Pareto		LC	II						x
Psittacidae	Brotogeris cyanoptera	Cobalt-winged Parakeet			LC	II			x	x	x	x
Psittacidae	Brotogeris sanctithomae	Tui Parakeet			LC	II						x
Psittacidae	Orthopsittaca manilata	Red-bellied Macaw			LC	II						x
Psittacidae	Pionus menstruus	Blue-headed Parrot	Chorito		LC	II			x	x	x	x
Psittacidae	Primolius couloni	Blue-headed Macaw		VU	VU	I				x		x
Psittacidae	Psittacara leucophthalma	White-eyed Parakeet	Pareto		LC	II			x	x	x	x

Family	Species	Local Name	Machiguenga Name	S.D. Nº 004-2014-MINAGRI	IUCN (2015)	CITES (2015)	Endemic (Plenge, 2015)	Migratory (Schulenberg et al., 2010, Stotz et al., 1996)	Bd-pm	Bd-pi	Bsd	Brp
Psittacidae	Pyrrhura roseifrons	Rose-fronted Parakeet			DD	II				x		x
Ramphastidae	Ramphastos tucanus	White-throated Toucan	Opempe		LC	II			x	x	x	x
Ramphastidae	Ramphastos vitellinus	Channel-billed Toucan			LC	II			x	x		x
Ramphastidae	Pteroglossus beauharnaesii	Curl-crested Araçari		NT	LC							
Strigidae	Ciccaba virgata	Mottled Owl	Pompori		LC	II					x	
Strigidae	Glaucidium brasilianum	Ferruginous Pygmy-Owl	Mamaro		LC	II			x		x	x
Strigidae	Megascops watsonii	Tawny-bellied Screech-Owl	Mamaro		LC	II			x		x	
Thamnophilidae	Percnostola lophotes	White-lined Antbird			NT				x		x	x
Tinamidae	Crypturellus atropurpureus	Black-capped Tinamou			NT							x
Tinamidae	Tinamus guttatus	White-throated Tinamou			NT					x	x	
Tinamidae	Tinamus major	Great Tinamou	Yancoro		NT					x	x	x
Tinamidae	Tinamus tao	Gray Tinamou	Kentsori		VU				x		x	x
Trochilidae	Amazilia lactea	Sapphire-spangled Emerald			LC	II			x			
Trochilidae	Anthracothorax nigricollis	Black-throated Mango			LC	II						x
Trochilidae	Campylopterus largipennis	Gray-breasted Sabrewing			LC	II			x	x	x	x
Trochilidae	Doryfera ludovicae	Green-fronted Lancebill			LC	II			x			
Trochilidae	Eutoxeres condamini	Buff-tailed Sicklebill			LC	II			x	x	x	x
Trochilidae	Glaucis hirsutus	Rufous-breasted Hermit			LC	II				x		x
Trochilidae	Heliodoxa aurescens	Gould's Jewelfront			LC	II			x			x
Trochilidae	Phaethornis hispidus	White-bearded Hermit			LC	II			x		x	
Trochilidae	Phaethornis koepckeae	Koepcke's Hermit		NT	NT	II	x		x	x		x
Trochilidae	Phaethornis malaris	Great-billed Hermit	Tsonquiri		LC	II			x	x	x	x
Trochilidae	Phaethornis ruber	Reddish Hermit			LC	II					x	
Trochilidae	Phaethornis stuarti	White-browed Hermit			LC	II			x		x	
Trochilidae	Thalurania furcata	Fork-tailed Woodnymph			LC	II			x	x	x	x
Trochilidae	Threnetes leucurus	Pale-tailed Barbthroat			LC	II			x	x	x	x
Turdidae	Catharus ustulatus	Swainson's Thrush			LC			Boreal			x	
Tyrannidae	Cnipodectes superrufus	Rufous Twistwing			VU						x	
Tyrannidae	Contopus cooperi	Olive-sided Flycatcher			NT			Boreal	x			x
Tyrannidae	Contopus virens	Eastern Wood-Pewee			LC			Boreal			x	

EN: Endangered, VU: Vulnerable, NT: Near Threatened, LC: Least Concern, DD: Data deficient, II: Appendix II, III: Appendix III.
Vegetation units: Bd-pm: Premontane Dense Forest, Bd-pi: Foothill Dense Forest; Brp: Bamboo-dominated Sparse Forest, Bsd: Semidense Forest; [x]: presence [Nomenclature of birds: Plenge, 2015]

gris” o “consaro” *Leptotila rufaxilla* y el “loro harinoso” o “kintaro” *Amazona farinosa*. Entre las aves de potencial uso ornamental, cuyas plumas se utilizan como accesorios para adornar flechas, coronas, collares y cushma (vestido), se encuentran los “loros” y “guacamayos”, los “trogones” o “compero” *Trogon* spp., los “tucanes”, “tucancillos” o “arasaris”, y los “carpinteros”. Otras especies son apreciadas como mascotas, la mayoría de los cuales son “loros” y “guacamayos”. Además, existen algunas especies de aves que pueden ser culturalmente importantes, porque sus cantos son considerados como presagios de diversa índole; por ejemplo, los cantos de algunas especies como el “cuco ardilla” *Piaya cayana*, la “lechuza de vientre leonado” *Megascops watsonii*, el “búho café” *Ciccaba virgata* y la “lechucita ferruginosa” *Glauclidium brasilianum* son considerados presagios de mala suerte o inclusive de muerte.

Discusión y conclusión

En el área de estudio dentro de la RCM se ha registrado aproximadamente un 15 % de la riqueza de especies de aves de todo el Perú (Schulenberg *et al.*, 2010), y un 68 % de la mayor riqueza registrada en el Bajo Urubamba (Alonso *et al.*, 2001). Asimismo, los resultados son bastante significativos, en comparación con otros estudios de aves en la Amazonía peruana, como la Reserva Nacional de Tambopata o el Parque Nacional del Manu, considerados los lugares más diversos del mundo (Parker *et al.*, 1994; Robinson & Terborgh, 1990). Al tener en cuenta que el área de estudio representa aproximadamente el 10 % de la superficie de la toda la RCM, se concluye que la presente evaluación de avifauna ha enriquecido en gran manera el inventario general de la RCM (Cuadro 3).

Finalmente, los resultados de composición, riqueza y abundancia del presente estudio, indican que las condiciones de la RCM en cuanto a conservación, siguen siendo idóneas para las aves. Asimismo la información recopilada, constituye un aporte de gran importancia al conocimiento de la avifauna de esta zona, más aun cuando la RCM es uno de los lugares con mayor biodiversidad del Perú.

arrows, crowns, necklaces and “cushma” (clothing). Other species are used as pets, most of which are “Parrots” and “Macaws”. Furthermore, there are some species of bird that could be culturally significant, because their songs are considered as omens of various kinds.

Discussion and Conclusion

*The number of bird species registered in the study area within the RCM, is approximately 15 % of the bird species throughout Peru (Schulenberg *et al.*, 2010) and 68 % of all the bird species recorded in the Lower Urubamba (Alonso *et al.*, 2001). Moreover, the results are quite significant, compared to other studies on birds conducted in other spots of the Peruvian Amazon, such as the Tambopata National Reserve or the Manu National Park both regarded among the most diverse places in the world (Parker *et al.*, 1994; Robinson & Terborgh, 1990). Taking into consideration that the study area represents approximately 10 % of the surface of the entire Reserve, we concluded that this assessment has greatly enriched the general bird inventory of the RCM (Table 3).*

Finally, the results of composition, richness and abundance of this study indicate that the conditions of the RCM, in terms of conservation, remain suitable for the occurrence of birds. Besides, the information compiled means a major contribution to the knowledge of the avifauna in this area, especially since the RCM is one of the most biodiverse places in Peru.



Saltarín verde *Cryptopipo holochlora* [familia Pipridae]. ▲
Green Manakin Cryptopipo holochlora [familia Pipridae].

Cuadro 2. Usos potenciales de las especies de aves registradas en la RCM; Bd-pm: Bosque denso premontano, Bd-pi: Bosque denso de pie de monte, Brp: Bosque ralo con pacal, Bsd: Bosque semidenso

Table 2. Potential Uses of Species of Birds Recorded in the RCM; Bd-pm: Premontane Dense Forest, Bd-pi: Foothill Dense Forest; Brp: Bamboo-dominated Sparse Forest, Bsd: Semidense Forest

Usos potenciales <i>Potential Use</i>	Nº de especies <i>Nº of Species</i>	Bd-pm	Bd-pi	Bsd	Brp
Alimento / <i>Food</i>	45	37	30	39	35
Ornamental	38	32	28	32	32
Mascota / <i>Pet</i>	10	8	8	9	10
Presagio / <i>Omen</i>	9	7	4	8	7



Trepador pico de cuña
Glyphorhynchus spirurus
[familia Furnariidae].

Wedge-billed Woodcreeper
Glyphorhynchus spirurus
[family Furnariidae].

Cuadro 3. Riqueza de aves en diferentes lugares de la Amazonía

Región	Lugar	Año	Riqueza de aves	Fuente
Cusco	RC Machiguenga	2014-2015	287	Repsol Exploración Perú [2015]
Cusco	Sagari, Bajo Urubamba	2015	291	Repsol Exploración Perú [2015]
Cusco	Kinteroni, Bajo Urubamba	2011	258	Repsol Exploración Perú [2011]
Cusco	RC Machiguenga y Ashaninka	2008	88	Morales, V. [2008]
Cusco	RC Machiguenga	2007	396	Peru LNG [2007]
Cusco	RC Machiguenga	2006	188	Vitorino <i>et al.</i> [2006]
Cusco	PN Otishi	2005	92	INRENA [2005]
Cusco	Vilcabamba	2001	176	Alonso <i>et al.</i> [2001]
Cusco	Bajo Urubamba	2001	420	Alonso <i>et al.</i> [2001]
Madre de Dios	Parque Nacional del Manu [Pakitza]	1996	415	Servat [1996]
Madre de Dios	Reserva Nacional de Tambopata	1994	572	Parker <i>et al.</i> [1994]
Cusco	Amazonía del Cusco	1991	342	Davis <i>et al.</i> [1991]
Cusco	Parque Nacional del Manu [Cocha Cashu]	1973-1989	Más de 550	Robinson & Terborgh [1990]



Pava de garganta azul *Pipile cumanensis* (familia Cracidae). ▲
 Blue-throated Piping Guan *Pipile cumanensis* (family Cracidae).

Table 3. Richness of Birds in Different Locations of the Amazon

Region	Site	Year	Bird Richness	Source
Cusco	Machiguenga Communal Reserve	2014-2015	287	Repsol Exploración Perú (2015)
Cusco	Sagari, Lower Urubamba	2015	291	Repsol Exploración Perú (2015)
Cusco	Kinteroni, Lower Urubamba	2011	258	Repsol Exploración Perú (2011)
Cusco	Machiguenga y Ashaninka Communal Reserve	2008	88	Morales (2008)
Cusco	Machiguenga Communal Reserve	2007	396	Perú LNG (2007)
Cusco	Machiguenga Communal Reserve	2006	188	Vitorino et al. (2008)
Cusco	Otishi National Park	2005	92	INRENA (2005)
Cusco	Lower Urubamba	2001	420	Alonso et al. (2001)
Cusco	Vilcabamba	2001	176	Alonso et al. (2001)
Madre de Dios	Manu National Park (Pakitza)	1996	415	Servat (1996)
Madre de Dios	Tambopata National Reserve	1994	572	Parker et al. (1994)
Cusco	Amazon of Cusco	1991	342	Davis et al. (1991)
Cusco	Manu National Park (Cocha Cashu)	1973-1989	More than 550	Robinson & Terborgh (1990)

Referencias bibliográficas / References

- Alonso, A.; Dallmeier, F. & Campbell, P. [2001]. *Urubamba: The Biodiversity of a Peruvian Rainforest*. Washington D.C.: Smithsonian Institution.
- Alonso, A. & Dallmeier, F. [1998]. *Biodiversity Assessment of the Lower Urubamba Region, Peru: Cashiriari-3 Well Site and the Camisea and Urubamba Rivers*. SI/MAB Series #2. Washington D.C.: Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program.
- Bibby, C.J.; Burgess, N.D. & Hill, D.A. [1993]. *Bird Census Techniques*. Londres, Inglaterra: Academic Press.
- BirdLife International. [2016]. *IUCN Red List for birds*. Recuperado de <http://www.birdlife.org>.
- CITES. [2015]. *Apéndices I, II y III*. Recuperado de <https://www.cites.org/esp/app/appendices.php>.
- Dallmeier, F. & Alonso, A. [1997]. *Biodiversity Assessment and Long-term Monitoring, Lower Urubamba Region. Phase II: San Martín-3 and Cashiriari-2 Well Sites*. SI/MAB Series #1. Washington D.C.: Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program.
- Davis, T.J.; Fox, C.; Salinas, L.; Ballón, G. & Arana, C. [1991]. Annotated checklist of the birds of Cusco Amazónico, Perú. *Occasional Papers of the Museum of Natural History, University of Kansas*, 144: 1-19.
- MINAGRI. [2014]. Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI. Actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas. *El Peruano* 12813: 520497-520504.
- Fleishman, E.; Thomson, J.R.; MacNally R.; Murphy, D.D. & Fay, J.P. [2005]. Using indicator species to predict species richness of multiple taxonomic groups. *Conservation Biology*, 19(4): 1125-1137.
- Furness, R.W. & Greenwood, J.J.D. [1993]. *Birds as monitors of environmental change*. Londres, Inglaterra: Chapman & Hall.
- Hutto R.L. [1994]. The composition and social organization of mixed-species flocks in a tropical deciduous forest in Western Mexico. *Condor*, 96: 105-118.
- IUCN. [2015]. Red List of Threatened Species. Recuperado de <http://iucnredlist.org/amazing-species>
- Karr, J.R. & Freemark, K.E. [1983]. Habitat selection and environmental gradients: dynamics in the "stable" tropics. *Ecology*, 64: 1481-1494.
- Karubian, J.; Browne, L.; Bosque, C.; Carlo, T.; Galetti, M.; Loiselle, B.A.; Blake, J.G.; Cabrera, D.; Durães, R.; Labecca, F.M.; Holbrook, K.M.; Holland, R.; Jetz, W.; Kümmeth, F.; Olivo, J.; Ottewell, K.; Papadakis, G.; Rivas, G.; Steiger, S.; Voirin, B. & Wikelski, M. [2012]. Seed dispersal by Neotropical birds: Emerging patterns and underlying processes. *Ornitología Neotropical*, 23: 9-24.
- Munn, C.A. & Terborgh, J.W. [1979]. Multispecies territoriality in Neotropical foraging flocks. *Condor*, 81: 338-347.
- Parker, T. A., III; Donahue, P.K. & Schulenberg, T. [1994]. Appendix 3. Birds of the Tambopata Reserve [Explorer's Inn Reserve]. *The Tambopata-Candamo Reserve Zone of Southeastern Perú: A Biological Assessment*. Washington D.C.: Rapid Assessment Program, Conservation International.
- Previatto, D.M.; Mizobe, R.S. & Posso, S.R. [2013]. Birds as potential pollinators of the *Spathodea nilotica* (Bignoniaceae) in the urban environment. *Brazilian Journal of Biology*, 73(4): 737-741.
- Perú LNG. [2007]. *Estudio sobre Recursos Naturales y Medio Ambiente en la Reserva Comunal Machiguenga*. Lima, Perú: Perú LNG [Elaborado por Walsh Perú S.A.].
Plengue, M. [2015]. *Lista de las Aves del Perú*. Lima, Perú. Recuperado de: <https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist>.
- Plenge, H. & Williams, R. [2013]. *Tesoros del Bajo Urubamba: Aves, naturaleza y cultura*. Lima, Perú: Repsol.
- Powell, G.V.N. [1979]. Structure and dynamics of interspecific flocks in a Neotropical mid-elevation forest. *Auk*, 96: 375-390.
- Repsol Exploración Perú. [2011]. *Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el proyecto de desarrollo del Campo Kinteroni-Lote 57*. Lima, Perú: Repsol [Elaborado por Walsh Perú S.A.].
- Repsol Exploración Perú. [2015]. *Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el proyecto de desarrollo del Campo Sagari-Lote 57*. Lima, Perú: Repsol. [Elaborado por Walsh Perú S.A.].
- Reynolds, R.T.; Scott, J.M. & Nussbaum, R.M. [1980]. A variable circular-plot method for estimating bird numbers. *Condor*, 82: 309-313.

- Robinson, S.K. & Terborgh, J.J. [1990]. Bird communities of the Cocha Cashu Biological Station in Amazonian Perú. En A.H. Gentry (ed.), *Four Neotropical Rainforests* (pp. 199-216). New Haven: Yale University Press.
- Schulenberg, T.; Stotz, D.F.; Lane D.F.; O'Neill, J. P. & Parker, T. A. III. [2010]. *Aves de Perú*. Lima, Perú: CORBIDI.
- Servat, G. [1996]. An annotated list of birds of the BIOLAT Biological Station at Pakitza, Perú. En D.E. Wilson & A. Sandoval (eds.), *Manu: The Biodiversity of Southeastern Peru*. (pp. 555-576) Lima, Perú: Editorial Horizonte/Smithsonian Institution Press.
- Stotz, D. F.; Parker, T. A. III; Fitzpatrick, J.W. & Moskowitz, D.F. [1996]. *Neotropical Birds: Ecology and Conservation*. Chicago & Londres, Inglaterra: The University of Chicago Press.
- Stouffer, P.C. & Bierregaard, R.D. Jr. [1995]. Use of Amazonian forest fragments by understory insectivorous birds. *Ecology*, 76: 2429-2445.
- Terborgh, J. [1985]. *Habitat selection in Amazonian birds*. En M.L. Cody (ed.), *Habitat Selection in Birds* (pp. 311-338). Orlando: Academic Press.
- Vitorino, J.; Chaparro, J.C.; Silva, J. & Ochoa, J.A. [2006]. Aves registradas en la Reserva Comunal Machiguenga, Cusco, Perú: Lista Preliminar. En INRENA - IANP, *Evaluación de la diversidad biológica de la Reserva Comunal Machiguenga. Aves, Anfibios, Reptiles y Artrópodos*. Lima: INRENA - IANP.



ANFIBIOS Y REPTILES

Amphibians and Reptiles



Anfibios y reptiles

Amphibians and Reptiles

// German Chávez, Margot Panta-Corzo & Margot Cuyos //

Introducción

Los anfibios y reptiles tienen un alto grado de especialización ecológica, pues son muy sensibles a perturbaciones, por lo cual muestran marcadas preferencias de hábitat y esto los convierte en un grupo de gran importancia para ser estudiado (Vitt & Cadwell, 2009; Wells, 2007; Duellman & Trueb, 1986).

La herpetofauna¹ presente en la cordillera de Vilcabamba y en la cuenca del río Urubamba era hasta hace algunos años poco conocida, y no fue sino a partir de la década de 1990 que las prospecciones en esta área se volvieron más intensas. Actualmente, la riqueza de especies de anfibios y de reptiles se ha incrementado en esta zona, gracias a las investigaciones cuyo resultado llevó al descubrimiento de nuevos taxones: 1 rana cantora (Angulo & Icochea, 2010); 1 rana arbórea (Caminer & Ron, 2014), 1 lagartija de hojarasca (Chávez et al., 2011), 1 lagartija semiacuática (Chávez & Vásquez, 2012) y 2 ranas de hojarasca (Padial et al., 2012).

A pesar que la RCM es adyacente a una de las áreas mejor evaluadas en el sur del Perú, es decir, es la cuenca del río Urubamba y sus tributarios (Icochea & Mitchell, 1997; Icochea et al., 1999; Icochea lugares et al., 2001; Rodríguez & Cadle, 1990), ésta una de las zonas con menos información en cuanto a la diversidad de la herpetofauna. Con este enfoque, se realizó un inventario rápido con el objetivo principal de incrementar el conocimiento de la riqueza y diversidad de la herpetofauna en la RCM.

Método

La evaluación de anfibios y reptiles se realizó mediante el método de evaluaciones por encuentros visuales (VES, por sus siglas en inglés), que son búsquedas con una duración de 45 minutos en transectos de 100 m de largo y 2 m de ancho a cada lado del camino. Asimismo, se enriqueció la evaluación mediante el muestreo en parcelas de 5 m por cada lado, con una

Introduction

Amphibians and reptiles have a high degree of ecological specialization, because they are very sensitive to disturbances, which leads to noticeable habitat preferences. These characteristics makes them a group of great importance to be studied (Vitt & Cadwell, 2009; Wells, 2007; Duellman & Trueb, 1986).

The herpetofauna¹ existent in the Vilcabamba Mountain Range and Urubamba River basin was not well known until a few years ago, and it was only since the 90s that surveys in this area became more intense. Currently, the inventory of amphibians and reptiles species has increased for this area, due to several new surveys that have led to the discovery of new taxa: 1 singing frog (Angulo & Icochea, 2010); 1 tree frog (Caminer & Ron, 2014), 1 leaf-litter lizard (Chávez et al., 2011), 1 semi-aquatic lizard (Chávez & Vásquez, 2012) and 2 leaf-litter frogs (Padial et al., 2012).

Although the Machiguenga Communal Reserve (RCM) is adjacent to one of the best studied and sampled areas in southern Peru, the Urubamba River Basin and its tributaries (Icochea & Mitchell, 1997; Icochea et al., 1999; Icochea et al., 2001; Rodríguez & Cadle, 1990), it remains as one of the areas with less information about herpetofauna diversity. Based on this framework, a quick inventory was performed, being the main objective to increase the knowledge of the herpetofauna richness and diversity in the RCM.

Method

The evaluation of amphibians and reptiles was performed through the methodology of Visual Encounter Surveys (VES) which consists in surveys of 45 minutes along transects within a 2 meter band on either side of a route. In order to complement the evaluation, plots of 5 m per side were established near water bodies and under leaf litter, with a sampling period of 30 minutes per plot, and opportunistic sightings data were also recorded (Crump & Scott 2001; Angulo et al., 2006).



Falsa coral *Oxyrhopus formosus*. / Formosa False Coral Snake *Oxyrhopus formosus*. ▲

duración de 30 minutos cada una, instaladas cerca a cuerpos de agua y sobre la hojarasca. Además se llevaron a cabo registros oportunistas [Crump & Scott 2001, Angulo *et al.* 2006].

El esfuerzo de muestreo total empleado fue de 993,8 horas-hombre [936,32 horas-hombre para los VES por transectos y 57,48 horas-hombre para las parcelas], de las cuales 558,14 horas-hombre fueron utilizadas para las búsquedas durante la temporada húmeda y 435,66 horas-hombre durante la temporada seca.

Resultados

Se registraron 98 especies: 54 anfibios [sapos, ranas, salamandras] y 44 reptiles [serpientes, lagartijas, caimanes, tortugas]. Es importante mencionar que gran parte de las especies observadas durante la fase de campo han sido comúnmente registradas en los inventarios llevados a cabo en la vertiente amazónica del sur de Perú [Icochea *et al.*, 2001; Rodríguez *et al.*, 2004; Catenazzi *et al.*, 2014].

The total sampling effort was 993.8 man/hour [936.32 man/hour for VES transects and 57.48 man/hour for plots] from which 558.14 man/hours were used to explorations during the wet season and 435.66 man/hours, during the dry season.

The total sampling effort was 993.8 man/hour [936.32 man/hour for VES transects and 57.48 man/hour for plots] from which 558.14 man/hours were used to explorations during the wet season and 435.66 man/hours, during the dry season.

Results

*Ninety-eight species were observed: 54 species were amphibians [toads, frogs and salamanders] and 44 species were reptiles [snakes, lizards, alligators, tortoises]. It is important to mention that a great part of the species found during the fieldwork are usually registered in inventories made in the Amazonian slopes of Southern Peru [Icochea *et al.*, 2001; Rodríguez *et al.*, 2004; Catenazzi *et al.*, 2014].*

¹ Conjunto de especies de anfibios y reptiles.

¹ Group of species of amphibians and reptiles.



▲ Rana del género *Pristimantis*. / Frog of the genus *Pristimantis*.

La unidad de vegetación con mayor riqueza [75 % del total] y abundancia de herpetofauna fue el bosque semidenso. Sin embargo, un número significativo de especies estuvieron en los bosques influenciados por el “bambú” o “paca” [*Guadua* sp.], por lo cual estas especies parecen estar bien adaptadas a la vegetación compuesta por esta planta y encuentran utilidad en sus hojas [Duellman, 2004].

Los anfibios más representativos fueron las ranas de desarrollo directo (familia Craugastoridae) y las “ranas arborícolas” (familia Hylidae) con 36 % y 29 % del número total de especies, respectivamente. Las ranas de la familia Craugastoridae, considerada como uno de los grupos más diversos de anuros a nivel mundial, utilizan la hojarasca de día y descansan sobre hojas a 50-150 cm del suelo durante la noche; y su diversidad se debe a su gran adaptabilidad [Padial et al., 2014]. El género de mayor riqueza específica fue *Pristimantis*, entre

The Semidense forest was the vegetation unit with the greatest richness [75 %] and abundance of amphibians and reptiles. However, a significant number of species were recorded in forests dominated by “bamboo” [Guadua sp.], therefore, those species seem to be well adapted to the vegetation composed of these plants and find bamboo leaves useful [Duellman, 2004].

*The most representative amphibians were the “direct developing frogs” (family Craugastoridae) and the “tree frogs” (family Hylidae) with 36 % and 29 % of the total number of species, respectively. Frogs from the family Craugastoridae, considered as one of the most diverse groups of frogs worldwide, use leaf litter during the day and rest on leaves, 50-150 cm above the ground, overnight; and its diversity is due to its adaptability [Padial et al., 2014]. The genus with the greatest species richness was *Pristimantis* and among their species featured*

cuyas especies destacaron las “ranas” *Pristimantis toftae*, *Pristimantis peruvianus* y *Pristimantis relchlei*; además, el “sapo” *Rhinella margaritifera* fue también frecuentemente registrado en este estudio. Las especies dominantes o con mayor número de individuos, tanto durante la temporada seca como durante la temporada húmeda, fueron *Pristimantis toftae* o *Rhinella margaritifera*. Por su parte, otras especies solo fueron registradas durante la temporada húmeda, como *Pristimantis peruvianus*.

En cuanto a reptiles, las “serpientes”, en su mayoría de hábitos nocturnos, de la familia Dipsadidae fueron las más representativas, lo que no es extraño, teniendo en cuenta que ésta es una de las familias de reptiles más diversas del neotrópico (Uetz & Hošek, 2016). La especie más abundante fue la “lagartija semiacuática” *Potamites ecleopus*, usualmente asociada a cuerpos de agua dentro de los bosques (Avila-Pires, 1995). Por otro lado, la “lagartija” *Kentropyx pelviceps* fue intensamente observada en la mayoría de bosques ralos con palca, por lo que puede ser considerada como indicadora de este tipo de bosques.

the “frogs” *Pristimantis toftae*, *Pristimantis peruvianus* and *Pristimantis relchlei*. In addition, the “toad” *Rhinella margaritifera* was also frequently recorded during this study. The dominant species, or the one with more individuals, both during the dry and wet seasons, were *Pristimantis toftae* or *Rhinella margaritifera*. Meanwhile, other species were observed only during the wet season, such as *Pristimantis peruvianus*.

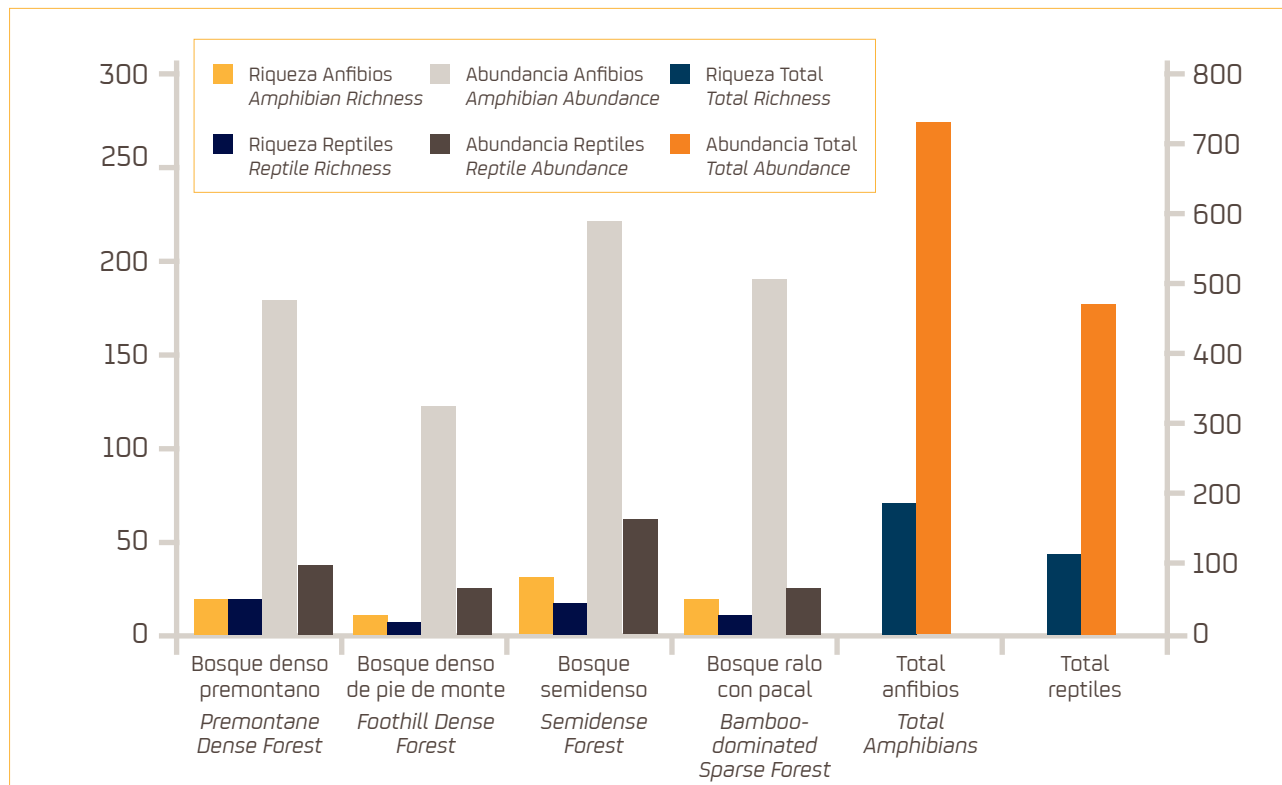
As for reptiles, the “snakes”, mostly with nocturnal habits, from the family Dipsadidae were the most representative, which is not surprising, considering that this family is one of most diverse in the Neotropic (Uetz & Hošek, 2016). The most abundant species was the “Common Stream Lizard” *Potamites ecleopus*, usually associated with water bodies within forests (Avila-Pires, 1995). On the other hand, the “Forest Whiptail” *Kentropyx pelviceps* was frequently observed in most bamboo dominated sparse forests, thus it can be considered as an indicator species of these type of forests.



Culebra terrestre de nariz corta *Taeniophallus brevirostris*. / Short-Nosed Groundsnake *Taeniophallus brevirostris*. ▲

Figura 1. Número de especies e individuos de anfibios y reptiles por unidad de vegetación en la RCM

Figure 1. Number of Species and Individuals of Amphibians and Reptiles per Vegetation Unit in the RCM

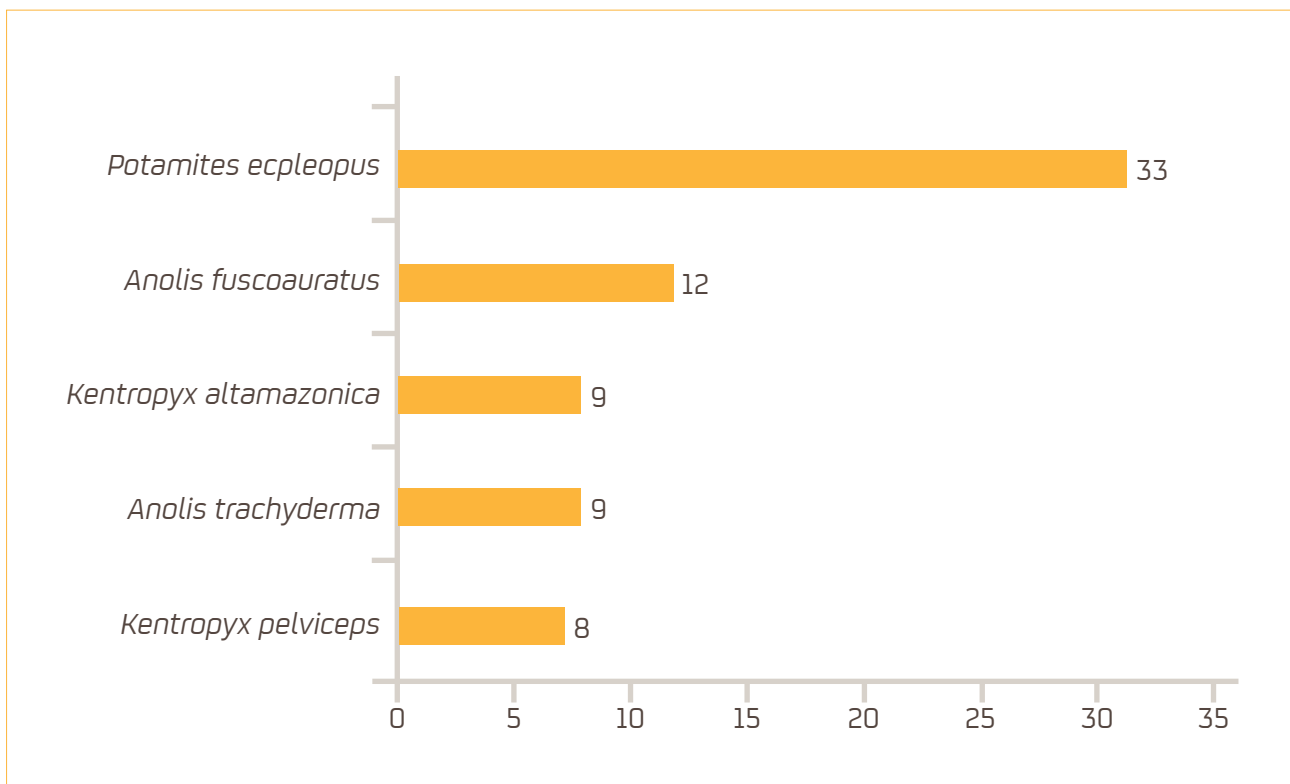
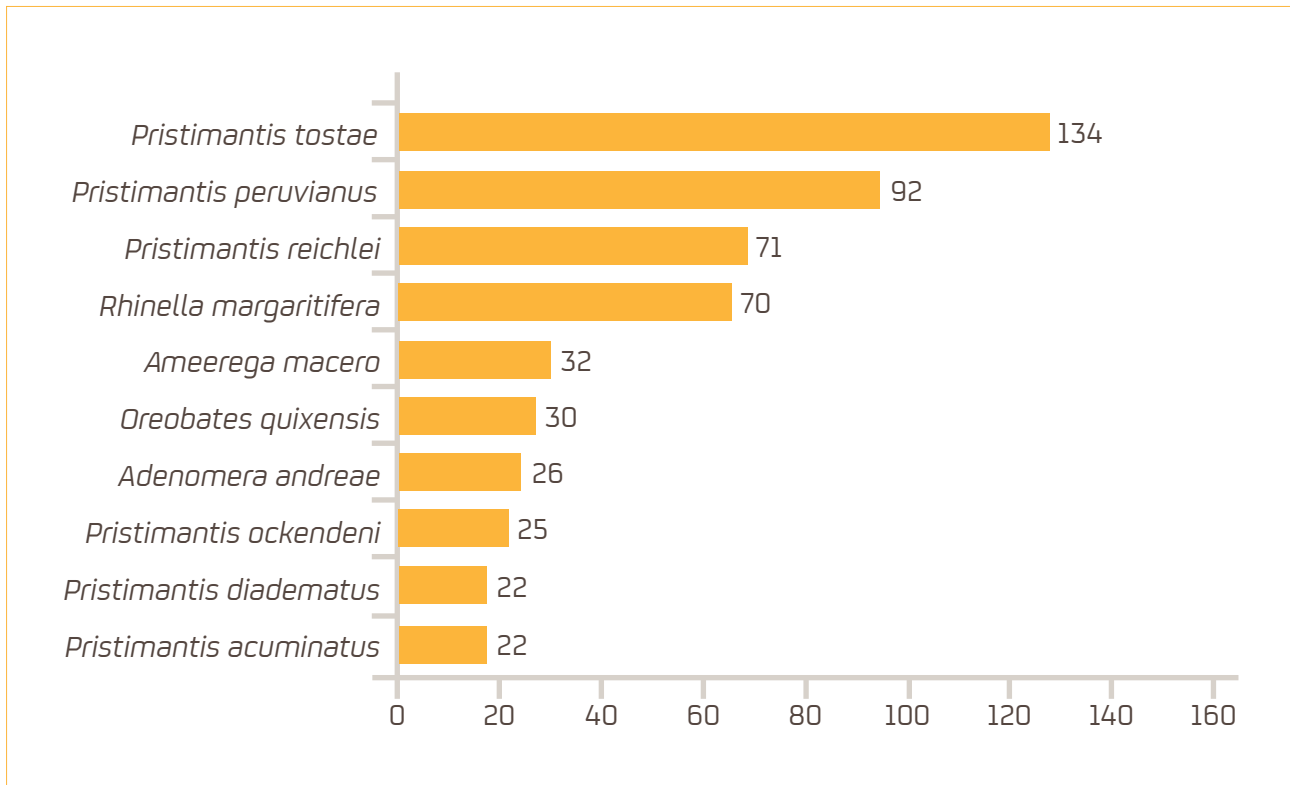


Las especies registradas en alguna categoría de conservación o endemismo fueron 9 [Cuadro 1]. De ellas, sólo la “rana” de hábitos terrestres *Oreobates machiguenga*, la cual tendría una distribución restringida y serias amenazas de destrucción de hábitat, ha sido categorizada como una especie “en peligro” [EN] de acuerdo con la legislación nacional [MINAGRI, 2014]. Además, 2 especies se encuentran en una categoría de amenaza de acuerdo con la IUCN [2015]. La primera es la “rana” *Pristimantis cruciocularis*, considerada como “vulnerable” [VU], debido a que solo es conocida en Pasco [en el Parque Nacional Yanachaga Chemillén y el área buffer del mismo], Junín [en el área de conservación Pampa Hermosa] y en Huánuco [en el Parque Nacional Cordillera Azul] [IUCN, 2014; Chávez et al., 2012]. La segunda, es la “tortuga motelo” *Chelonoidis denticulata*, que es “vulnerable”, debido a la destrucción de su hábitat y a la caza directa con fines medicinales, gastronómicos, y a su comercialización como mascota. Además,

Among the recorded species, 9 of them are included in some conservation or endemism list [Table 1]. Out of them, only the “Frog” with terrestrial habits *Oreobates machiguenga*, which would have a restricted distribution and serious threats of habitat destruction, has been categorized as an “endangered” species [EN] according to Peruvian regulations [MINAGRI, 2014]. In addition, 2 species have been assigned to a category of threat according to the IUCN [2015]. One of them is the “frog” *Pristimantis cruciocularis*, considered as “vulnerable” [VU], because it has only been recorded in Pasco [Yanachaga Chemillén National Park and its buffer area], Junín [Pampa Hermosa conservation area] and Huánuco [Cordillera Azul National Park] [IUCN, 2014; Chávez et al., 2012]. The second one is the “Yellow-footed Tortoise” *Chelonoidis denticulata*, which is considered “vulnerable” [VU], due to its habitat loss, direct hunting for medicinal and culinary purposes, and

Figura 2. Especies más abundantes de anfibios [arriba] y reptiles [abajo] registradas en la RCM

Figure 2. Most abundant Species of Amphibians [above] and Reptiles [below] Recorded in the RCM



Cuadro 1. Especies de anfibios y reptiles amenazados y endémicos registradas en la RCM

Table 1. Endangered and Endemic Species of Amphibians and Reptiles recorded in the RCM

Orden Order	Familia Family	Especie Species	Nombre Común Common Name	D.S. N.º 004-2014-MINAGRI	CITES	IUCN	Endémica Endemic	Brp	Bsd	Bd-pi	Bd-pm
Amphibia	Aromobatidae	<i>Allobates femoralis</i>	Rana venenosa Poisonous frog			II		X	X		
Amphibia	Craugastoridae	<i>Pristimantis cruciocularis</i>	Rana Frog		VU		X		X		
Amphibia	Craugastoridae	<i>Oreobates machiguenga</i>	Rana Frog	NT			X		X		
Amphibia	Dendrobatidae	<i>Ameerega hahneli</i>	Rana venenosa Poisonous frog			II				X	
Amphibia	Dendrobatidae	<i>Ameerega macero</i>	Rana venenosa Poisonous frog			II		X	X	X	X
Amphibia	Dendrobatidae	<i>Ranitomeya sirensis</i>	Rana venenosa Poisonous frog			II		X	X		
Reptilia	Dipsadidae	<i>Clelia clelia</i>	Serpiente Snake			II		X	X		
Reptilia	Teiidae	<i>Tupinambis teguixin</i>	Lagarto Alligator			II			X		
Reptilia	Testudinidae	<i>Chelonoidis denticulata</i>	Motelo Motelo tortoise		VU	II			X		

Tipo de Bosque: Brp, Bosque ralo con pascal; Bsd, Bosque semidenso; Bd-Pi, Bosque denso de pie de monte y Bd-pm, Bosque denso premontano

Type of Forest: Brp, Bamboo-dominated Sparse Forest; Bsd, Semidense Forest; Bd-Pi, Foothill Dense Forest y Bd-pm, Premontane Dense Forest



Lagartija ocelada
Cercosaura ocellata.

Ocellated Tegu
Cercosaura ocellata.

debido a esta última razón [comercialización como mascota] *Chelonoidis denticulata* está incluida en el Apéndice II de la CITES, el mismo que incluye a otras especies como las “ranas” *Allobates femoralis*, *Ameerega hahneli*, *Ameerega macero* y *Ranitomeya sirensis* que son extraídas y comercializadas como mascotas “exóticas”; de la misma manera y con el mismo fin son extraídas 2 especies, incluidas en el Apéndice II de la CITES: la “serpiente” *Clelia clelia* y el “lagarto” *Tupinambis teguixin*. Este último, además, es capturado para comercializar su piel y su carne.

Con respecto a las especies con valor económico o sociocultural, todos los reptiles forman parte importante, de alguna u otra forma, de la cultura de las comunidades Machiguenga y Ashaninka, como por ejemplo, la “tortuga motelo” *Chelonoidis denticulata* y el “caimán” *Paleosuchus trigonatus*, son utilizadas para fines gastronómicos [carne], medicinales [piel y tejido adiposo] o solo como ornamentación [e.g., caparazones de tortugas] dentro de las viviendas en las comunidades. En cuanto a los anfibios, la “rana” *Leptodactylus pentadactylus* o las “ranas arbóreas” o “pirinto” *Hypsiboas boans*, *H. geographicus* y *H. lanciformis* son utilizadas como parte secundaria de la gastronomía de las comunidades.

Discusión y conclusiones

El número de especies registradas en total [98] es similar a los de otras evaluaciones realizadas en el área de estudio o en lugares cercanos o similares, por lo cual se puede inferir que los resultados del presente informe son representativos. El Cuadro 2 muestra el número de especies, tanto de anfibios como de reptiles, encontrados en algunas evaluaciones realizadas cerca del área de este proyecto. Chaparro *et al.*, [2006] y Perú LNG [2007] registraron, 37 y 56 especies, entre anfibios y reptiles, respectivamente. Sin embargo, las comunidades de anfibios y reptiles evaluadas en otros lugares mejor muestreados, han resultado ser mucho más diversas [e.g., el Parque Nacional del Manu, con 155 especies de anfibios y 132 de reptiles; Catenazzi *et al.*, 2014], por lo que se considera que la diversidad de la herpetofauna de la RCM está aun subestimada.

pet trading. Moreover, because of the latter reason [pet trading] Chelonoidis denticulata is listed on the Appendix II of the CITES, which includes other species of “frogs” as Allobates femoralis, Ameerega hahneli, Ameerega macero and Ranitomeya sirensis that are hunted and traded as “exotic” pets. In the same way and with the same purposes, 2 species [also listed on Appendix II of the CITES] are hunted too, they are the “Mussurana” Clelia clelia and the “lizard” Tupinambis teguixin. The latter is also hunted and sold for its skin and meat.

In relation to the species with certain economic and sociocultural value, all reptiles are part, at a certain point, of the culture of the Machiguenga and Ashaninka communities. For example, the “Yellow-footed Tortoise” Chelonoidis denticulata and the “Schneider’s Smooth-fronted Caiman” Paleosuchus trigonatus are used in the food industry [meat], in medicine [skin and fat tissue] or just as ornaments [e.g., tortoise shells] inside their houses. As for amphibians, the “Smoky Jungle Frog” Leptodactylus pentadactylus or the “Treefrogs” or “pirinto” Hypsiboas boans, Hypsiboas geographicus and Hypsiboas lanciformis are used secondarily for the communities’ gastronomy.

Discussion and Conclusion

In relation to the species with certain economic and sociocultural value, all reptiles are part, at a certain point, of the culture of the Machiguenga and Ashaninka communities. For example, the “Yellow-footed Tortoise” Chelonoidis denticulata and the “Schneider’s Smooth-fronted Caiman” Paleosuchus trigonatus are used in the food industry [meat], in medicine [skin and fat tissue] or just as ornaments [e.g., tortoise shells] inside their houses. As for amphibians, the “Smoky Jungle Frog” Leptodactylus pentadactylus or the “Treefrogs” or “pirinto” Hypsiboas boans, Hypsiboas geographicus and Hypsiboas lanciformis are used secondarily for the communities’ gastronomy.

En el área de estudio, la estructura y el espacio ecológico que ocupan las comunidades de anfibios está también determinada por un conjunto importante de especies que utilizan la hojarasca, ya sea permanentemente o en algún momento del ciclo diario [e.g., las familias Craugastoridae y Bufonidae utilizan la hojarasca de día y descansan sobre hojas a 50 cm del suelo durante la noche]. Aunque la familia Hylidae [“ranas arbóreas”] es la segunda con mayor número de especies registradas, en el resto de familias hay especies que utilizan preferentemente la hojarasca, y por ello podría pensarse que este hábitat es el más importante en los bosques evaluados. No obstante, es necesario resaltar que no es suficiente la presencia de hojarasca, sino que las condiciones físicas del medio [humedad y temperatura especialmente] sean también idóneas para albergar especies de ranas, y esto sucede gracias a que la cobertura arbórea abundante en estos bosques no permite el paso de rayos de luz al suelo de los bosques por un tiempo prolongado.

In the study area, the structure and ecological space occupied by the amphibian community, is also determined by another important group of species that uses leaf litter permanently or sometimes during their daily cycle, [e.g., families Craugastoridae and Bufonidae – both use leaf litter during the day and rest on leaves at 50 cm from the ground overnight]. Although Hylidae [“treefrogs”] is the second family with the highest number of species registered, among the rest of families some species prefer to use leaf litter; therefore, this habitat would be regarded as the most important among the assessed forests. However, it is necessary to emphasize that the presence of leaf litter is not enough, since physical environmental conditions [especially, humidity and temperature] are also suitable to host species of frogs, and this happens because the abundant tree cover in these forests does not allow the passage of light rays to the forest floor for a long time.

Cuadro 2. Riqueza de anfibios y reptiles en diferentes lugares de la Amazonía

Región	Lugar	Especies de anfibios	Especies de reptiles	Año	Fuente
Cusco	Reserva Comunal Machiguenga	54	44	2014-2015	Repsol Exploración Perú, [2015]
Cusco	Kinteroni, Bajo Urubamba	52	46	2011	Repsol Exploración Perú, [2011]
Cusco	Sagari, Bajo Urubamba	58	47	2015	Repsol Exploración Perú, [2015]
Cusco	Reserva Comunal Machiguenga		56	2007	Perú LNG, [2007]
Cusco	Reserva Comunal Machiguenga		37	2006	Chaparro <i>et al.</i> , [2006]
Cusco	Lote 58	81	74	2014	Petrobras, [2014]
Cusco	Bajo Urubamba	74	84	1997-1998	Alonso <i>et al.</i> , [2001]
Cusco	Bajo Urubamba	98	84	2005-2006	Juárez <i>et al.</i> , [2010]
Cusco	Bajo Urubamba (Pagoreni Norte, Pagoreni Oeste, Samiri y Mipaya) - Lote 56	74	53	2008-2009	Pluspetrol, [2010 ^a]
Cusco	Bajo Urubamba (Mipaya y Pagoreni A) - Lote 56	79	67	2008-2010	Pluspetrol, [2010 ^b]
Madre de Dios	Provincia de Tambopata (distritos Tambopata y Las Piedras)	44	30	2009	Chaparro & Gutiérrez, [2001]



Rana arborícola Phyllomedusa vaillantii. / White-lined Leaf Frog *Phyllomedusa vaillantii*. ▲

Table 2. Richness of Amphibians and Reptiles in Different Locations of the Amazon

Region	Place	Species of Amphibians	Species of Reptiles	Year	Source
Cusco	Machiguenga Communal Reserve	54	44	2014-2015	Repsol Exploración Perú, (2015)
Cusco	Kinteroni, Bajo Urubamba	52	46	2011	Repsol Exploración Perú, (2011)
Cusco	Sagari, Bajo Urubamba	58	47	2015	Repsol Exploración Perú, (2015)
Cusco	Machiguenga Communal Reserve		56	2007	Perú LNG, (2007)
Cusco	Machiguenga Communal Reserve		37	2006	Chaparro et al., (2006)
Cusco	58 Lote	81	74	2014	Petrobras, (2014)
Cusco	Bajo Urubamba	74	84	1997-1998	Alonso et al., (2001)
Cusco	Bajo Urubamba	98	84	2005-2006	Juárez et al., (2010)
Cusco	Bajo Urubamba (Pagoreni Norte, Pagoreni Oeste, Samiri & Mipaya) - Lote 56	74	53	2008-2009	Pluspetrol, (2010 ^o)
Cusco	Bajo Urubamba (Mipaya & Pagoreni A) - Lote 56	79	67	2008-2010	Pluspetrol, (2010 ^o)
Madre de Dios	Tambopata Province (Districts of Tambopata & Las Piedras)	44	30	2009	Chaparro & Gutiérrez, (2001)

En cuanto a los reptiles, la familia Dipsadidae, que fue la más representativa, dicho sea de paso, incluye especies que ocupan distintos hábitats. Aunque existen otras familias cuyas especies se han especializado en ocupar un mismo tipo de hábitat, éstas no son tan representativas, como por ejemplo, el “lagarto” *Kentropyx pelviceps* de la familia Teiidae, que es conocido por habitar la hojarasca de bosques primarios. Asimismo, es interesante puntualizar que la presencia de varias “serpientes” de la familia Dipsadidae obedece a factores como la disponibilidad de alimento, puesto que éstas ocupan un nicho en el ecosistema difícil de reemplazar. La mayoría son cazadoras nocturnas y pueden ser consideradas como algunos de los depredadores más importantes en los ecosistemas del presente proyecto, debido a que regulan las poblaciones de lagartijas, ranas, algunos mamíferos o aves, e incluso moluscos. Por su parte, la alta disponibilidad de alimento, que contribuye a la existencia de numerosas especies depredadoras, como las serpientes de la familia Dipsadidae, es un factor presente en bosques saludables.

Regarding reptiles, the family Dispsadidae, which was the most representative by the way, includes species occurring in different types of habitats. Although, there are other families whose species have specialized in occupying the same kind of habitat, they are not representative, for example, the “alligator” Kentropyx pelviceps of the family Teiidae, which is known for living in leaf litter of primary forests. Moreover, it is important to explain that the presence of several “snakes” of the family Dipsadidae relates to some factors such as food availability because these species inhabitant a niche hard to substitute in the ecosystem. Most of the individuals hunt at night and could be considered as the most important predators of the ecosystems identified in this study, because they regulate the populations of lizards, frogs, some mammals and birds, and even molluscs. On the other hand, high availability of food, which contributes to the occurrence of several predators species, such as the snakes of the family Dipsadidae, is a factor present in healthy forest.

Especialista haciendo biometría a una rana arborícola [*Dendropsophus sarayacuensis*].
Specialist doing biometry to a Shreve's Sarayacu Treefrog [*Dendropsophus sarayacuensis*].



Referencias bibliográficas / References

- Angulo, A. & Icochea, J. [2010]. Cryptic species complexes, widespread species and conservation: lessons from Amazonian frogs of the *Leptodactylus marmoratus* group [Anura: Leptodactylidae]. *Systematics and Biodiversity*, 8: 357-370.
- Ávila-Pires, T.C. 1995. Lizards of Brazilian Amazonia [Reptilia: Squamata]. *Zoologische Verhandelingen Leiden*, 299: 1-706.
- Caminer, M.A. & Ron, R.S. [2014]. Systematics of treefrogs of the *Hypsiboas calcaratus* and *Hypsiboas fasciatus* species complex [Anura, Hylidae] with the description of four new species. *ZooKeys*, 370: 1-68.
- Catenazzi, A.; Lehr, E. & Vredenburg, V.T. [2014]. Thermal physiology, disease and amphibian declines in the eastern slopes of the Andes. *Conservation Biology*, 28: 509-517.
- Chaparro, J.C., Zegarra, J.A. & Ochoa, J.A. 2006. Anfibios y reptiles de la Reserva Comunal Machiguenga, Cusco, Perú: Lista preliminar. En J.C. Chaparro, J. Achicahuala, J. Vitorino & J.A. Ochoa. *Evaluación de la diversidad biológica de la Reservas Comunal Machiguenga. Aves, Anfibios, Reptiles y Artrópodos*. Lima, Perú: INRENA-IANP.
- Chávez, G.; Siu-Ting, K.; Durán, V. & Venegas, P.J. [2011]. Two new species of Andean gymnophthalmid lizards of the genus *Euspondylus* [Reptilia, Squamata] from central and southern Peru. *ZooKeys*, 109: 1-17.
- Chávez, G. & Vásquez, D. 2012. A new species of Andean semiaquatic lizard of the genus *Potamites* [Sauria, Gymnophthalmidae] from southern Peru. *ZooKeys*, 168: 31-43.
- Duellman, W. & Trueb, L. [1986]. *Biology of Amphibians*. New York, Saint Louis, San Francisco: McGraw-Hill Book Company.
- Duellman W.E. [2004]. *Cusco Amazónico: The lives of amphibians and reptiles in an Amazonian rainforest*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Rodríguez L. & Cadle, J. [1990]. A preliminary overview of the herpetofauna of Cocha Cashu, Manu National Park, Peru. *Four Neotropical Forests*, 410-425.
- Icochea, J.; Quispitupac, E.; Portilla, A. & Ponce, E. [2001]. Assessment of Amphibians and Reptiles of the Lower Urubamba Region, Peru. En A. Alonso; F. Dallmeier & P. Campbell (eds.), *Urubamba: The Biodiversity of a Peruvian Rainforest*. Washington D.C.: SI/MAB Series #7. Smithsonian Institution.
- Icochea, J. & Mitchell, J. [1997]. Amphibians and reptiles I. Biodiversity assessment in the lower Río Urubamba region. En F. Dallmeier & A. Alonso (eds.), *Biodiversity assessment and long-term monitoring of the lower Urubamba region, Peru* (pp. 263-277). Washington D.C.: Smithsonian Institution.
- IUCN. [2014]. *Red List of Threatened Species*. Recuperado de <http://iucnredlist.org/amazing-species>.
- IUCN. [2015]. *Red List of Threatened Species*. Recuperado de <http://iucnredlist.org/amazing-species>.
- MINAGRI. [2014]. Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI. Actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas. *El Peruano* 12813: 520497-520504.
- Padial, J.M.; Chaparro, J.C.; Castroviejo-Fisher, S.; Guayasamín, J.M.; Lehr, E.; Delgado, A.J.; Vaira, M.; Teixeira, M. Jr.; Aguayo, R. & De la Riva, I. [2012]. A revision of species diversity in the Neotropical genus *Oreobates* [Anura, Strabomantidae], with the description of three new species from the Amazonian slopes of the Andes. *American Museum Novitates*, 3752, 1-55.
- Perú LNG. [2007]. *Estudio sobre Recursos Naturales y Medio Ambiente en la Reserva Comunal Machiguenga*. Lima, Perú: Perú LNG. [Elaborado por Walsh Perú S.A.]
- Pluspetrol. [2010a]. *Estudio de Impacto ambiental para la Ampliación del Programa de Perforación de Desarrollo en el Lote 56*. [Elaborado por ERM]
- Pluspetrol. [2010b]. *Estudio de Impacto ambiental de la Línea de Conducción de Gas en Tramo Mipaya – Pagoreni A del Lote 56*. [Elaborado por ERM]
- Petrobras. [2014]. *Proyecto de Prospección de 782,41 km de Líneas Sísmicas 2D y Perforación de hasta 12 Pozos Exploratorios, Lote 58*. [Elaborado por Proambiente]
- Repsol Exploración Perú. [2011]. *Estudio de Impacto Ambiental [EIA] para el proyecto de desarrollo del Campo Kinteroni-Lote 57*. Lima, Perú: REPSOL. [Elaborado por Walsh Perú S.A.]
- Repsol Exploración Perú. [2015]. *Estudio de Impacto Ambiental [EIA] para el proyecto de desarrollo del Campo Sagari-Lote 57*.

- Lima: REPSOL. Elaborado por Walsh Perú S.A.

Rodríguez, L.; Martínez, J.; De la Riva, I.; Angulo, A.; Richle, S. & Gascon, C. [2004]. *Pristimantis toftae*. En The IUCN *Red List of Threatened Species 2004*, recuperado de <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T57010A11565912.en>.

Uetz, P. & Hošek, J. [2016]. *The Reptile Database*. Recuperado de <http://www.reptile-database.org>.

Vitt, L.J. & Caldwell, J.P. [2009]. *Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles*. Tercera edición. Burlington: Academic Press.

Wells, K.D. [2007]. *The Ecology and Behaviour of Amphibians*. Chicago: Chicago University Press.





MAMÍFEROS

Mammals

Mamíferos

Mammals

// Alicia Vásquez, Margot Panta-Corzo & Wendy Calderón //

Introducción

Los mamíferos son un grupo muy carismático y de importancia en los ecosistemas que habitan, dada la diversidad de funciones que cumplen y su contribución en los procesos de polinización, dispersión y germinación de semillas, por lo que intervienen directamente en la producción de nutrientes. También pueden actuar como presas o depredadores, y de este modo regulan la dinámica del ecosistema [Boddicker *et al.*, 2002; Mena *et al.*, 2011; Novoa *et al.*, 2011; Pacheco & Amanzo, 2003]. Asimismo, debido a que presentan bajas tasas de nacimiento, crecimiento y reproducción, son más sensibles a diferentes amenazas y perturbaciones, como la destrucción de su hábitat y la cacería [IUCN, 2016; Pacheco, 2002].

El Perú es uno de los países con mayor diversidad de especies y la Reserva Comunal Machiguenga [RCM] constituye una pieza importante en la conservación de los mamíferos, debido a la gran riqueza de este grupo que se refleja en las evaluaciones realizadas dentro y cerca de ella. El presente estudio constituye un valioso aporte al conocimiento de la comunidad de mamíferos en la RCM, ya que en él se analiza su composición y riqueza, así como su estado de conservación y endemismo. Para ello, se agrupó a los mamíferos, de acuerdo con su diversidad funcional y sus diferentes hábitos, en: a) mamíferos pequeños, con un peso de 1 kg o menor en su etapa adulta, que incluyen a los pequeños terrestres, como marsupiales y roedores [órdenes Didelphimorphia y Rodentia], así como a los murciélagos [orden Chiroptera]; y b) mamíferos grandes, con un peso mayor a 1 kg [felinos, monos, entre otros].

Introduction

*Mammals are a very charismatic and important group in the ecosystem they occur, given the diversity of functions they perform and their contribution in the processes of pollination, seed dispersal and germination, so they are involved directly in the production of nutrients. They also play the roles of preys or predators, and thus regulate the ecosystem dynamics [Boddicker *et al.*, 2002; Mena *et al.*, 2011; Novoa *et al.*, 2011; Pacheco & Amanzo, 2003]. Furthermore, due to their low birth, growth and reproduction rates; mammals are more sensitive to threats and disturbances, such as habitat destruction and hunting [IUCN, 2016; Pacheco, 2002].*

Perú is one of the countries with greatest diversity of species and the Machiguenga Communal Reserve [RCM] is an important piece in the conservation of mammals, due to the great richness of this group which is reflected in the studies performed within and near the study area. With regards to the present study, it is a valuable contribution to the knowledge of the mammal community in the RCM, since it analyses mammals' composition and richness as well as their endemism and conservation status. To pursue this, mammals were grouped according to their functional diversity and habits, in the following categories: [a] small mammals, weighing up to 1 kg during their adult phase, which includes small terrestrial species such as marsupials and rodents [order Didelphimorphia and Rodentia], as bats [order Chiroptera]; and [b] large mammals, weighing more than 1 kg [felids, monkeys, etc.].

Métodos

Se utilizaron métodos específicos de acuerdo con cada grupo de mamíferos (grandes, pequeños terrestres y pequeños voladores). Para la evaluación de mamíferos pequeños terrestres se establecieron transectos con estaciones dobles, conformadas cada una por una trampa de golpe (tipo Victor), y una de caja (tipo Sherman o Tomahawk); adicionalmente se instalaron transectos con trampas de caída o pitfall; para los mamíferos pequeños voladores se utilizaron redes de neblina de 12 metros de longitud, que se mantuvieron activas entre las 18:00 y las 22:00 horas. Finalmente, los mamíferos grandes fueron evaluados mediante censos por transectos, en los que se registraron evidencias directas (observaciones y vocalizaciones) e indirectas (huellas, heces, pelos, rasguños, bañaderos, madrigueras, comederos, entre otros). Estas evaluaciones fueron complementadas por medio de la instalación de trampas de captura fotográfica (también llamadas “trampas cámara” o “cámaras trampa”), con registros oportunistas y entrevistas a los colaboradores locales.

En total se evaluaron 138 unidades de muestreo (57 y 81 durante la temporada húmeda y seca, respectivamente) distribuidas en 8 lugares de muestreo en las diferentes unidades de vegetación. El esfuerzo de muestreo utilizado se detalla en el Cuadro 1.

Los valores de abundancia fueron calculados independientemente para los mamíferos pequeños y grandes, y para estos últimos, se consideró todo tipo de registros para el cálculo de los índices de ocurrencia y abundancia de Boddicker. Debido a que el grupo de mamíferos grandes se evaluó a partir de registros directos e indirectos, se analizó la calidad de evidencias mediante el índice de ocurrencia de Boddicker (IO). Asimismo, la abundancia fue evaluada mediante el índice de abundancia de Boddicker (IA), basado en la calidad y el número de evidencias (donde se incluyen sólo a las especies confirmadas mediante el IO) [Cuadro 2].

Methods

Specific methods were used according the group of mammals assessed (large ones, terrestrial small ones and flying small ones). Terrestrial small mammals were surveyed by means of transects with double stations, each composed by a snap trap (Victor type) and a box (Sherman or Tomahawk); additionally, transects with pitfall traps were installed. To catch the small flying mammals, we used mist nets, 12 m in length, which remained active from 18:00 to 22:00 hours. Lastly, large mammals were assessed by transects, in which direct (observations and vocalizations) and indirect evidence (footprints, feces, hair, scratches, holes, bathing sites, burrows, lairs, warrens, feeders, etc.) were recorded. These evaluations were complemented by the installation of camera traps, or by opportunistic records and interviews to local people.

In total, 138 (57 and 81 during wet and dry season respectively) sampling units were evaluated, those were spread over eight sampling sites in different vegetation units. The sampling size used is described in Table 1.

Abundance values were calculated independently for small and large mammals, and for the latter, all records were taken into consideration to calculate the Boddicker indices of occurrence and abundance. Due to the fact that large mammals were evaluated using direct and indirect records, the quality of the evidences was analyzed through the “Boddicker Occurrence Index” (IO). Furthermore, abundance was evaluated by means of the “Boddicker Abundance Index” (IA), based on the quality and number of evidence (where only the species confirmed by the IO are included) (Table 2).

¹ Las trampas Sherman y Tomahawk, permiten la captura de los individuos vivos.

² Las trampas de captura fotográfica, son ampliamente utilizadas para el registro de especies de hábito nocturno, evasivas y de bajas densidades. Además, brindan información adicional sobre distribución, uso de hábitat, estructura poblacional y comportamiento de las especies (Lozano-Rodríguez, 2010).

¹ Sherman and Tomahawk traps allow capturing living individual.

² Camera traps are highly used for recording nocturnal species, which tend to be evasive and have low densities. They also provide information about distribution, use of habitat, population structure and behavior of species (Lozano-Rodríguez, 2010).

Cuadro 1. Métodos utilizados para la evaluación de mamíferos

Grupo de mamíferos	Métodos utilizados							
	Censo por transectos	Trampas Sherman (trampa-noche)	Trampas de golpe (trampa-noche)	Trampas Tomahawk (trampa-noche)	Trampas pitfall (trampa-noche)	Redes de neblina (redes-noche)	TCF*	RO
Grandes	335,7 km 266 h; 20min. [diurno] 177 h; 5min. [nocturno]						✓	✓
Pequeños terrestres		3840	3840	960	35			✓
Pequeños voladores						735		✓

*TCF: trampas de captura fotográfica; RO: registro oportunista

Resultados

Se registró un total de 87 especies de mamíferos, pertenecientes a 21 familias y 9 órdenes. Los murciélagos fueron el grupo de mayor riqueza con 41 especies [47 % del total], y la familia Phyllostomidae fue la dominante. Les siguen en riqueza los roedores [orden Rodentia], con 12 especies [14 %], siendo la familia Cricetidae el de mayor número de especies. También destacan los carnívoros [orden Carnívora] con 9 especies, y tanto los primates [orden Primates] como los marsupiales [orden Didelphimorphia] con 8 especies cada uno [Cuadro 3].

Las formaciones vegetales con mayor riqueza de mamíferos fueron el bosque semidenso y bosque denso premontano, con 54 y 43 especies de mamíferos, respectivamente; en ellas destacaron los murciélagos y roedores como grupos dominantes.

Dentro de los mamíferos pequeños terrestres, los más abundantes fueron el “ratón hocicudo inca” *Oxymycterus inca* [0,13 ind/100 trampas-noche], la “rata marsupial de cuatro ojos” *Metachirus nudicaudatus* [0,14 ind/100 trampas-noche] y el ratón “ratón arrozalero de McConnell” *Euryoryzomys macconnelli* [0,08 ind/100 trampas-noche]. Por su parte, destacaron entre los mamíferos pequeños voladores los del género *Carollia*, y en menor medida los del género *Artibeus* y la especie *Rhinophylla pumilio*.

Results

We recorded 87 mammal species, from 21 families and 9 orders. Bats were the group with the highest richness with 41 species [47 % of the total], and the dominant family was Phyllostomidae. They were followed in richness by rodents [order Rodentia], with 12 species [14 %], in which the family Cricetidae had the largest number of species. Moreover, carnivores [order Carnivora] also feature with 9 species, as well as both primates [order Primates] and marsupials [order Didelphimorphia] with 8 species each [Table 3].

The vegetation unit with higher diversity of mammals were the Semidense Forest and the Premontane Dense Forest, with 54 and 43 species respectively; among them, bats and rodents were featured as the dominant groups.

Among small terrestrial mammals, the most abundant were the “Incan Hociudo” *Oxymycterus inca* [0.13 individuals/100 traps-night], the “Brown Four-eyed Opossum” *Metachirus nudicaudatus* [0.14 individuals /100 traps-night] and the “Macconnell’s Rice Rat” *Euryoryzomys macconnelli* [0.08 individuals /100 traps-night]. Besides, among small flying mammals, the genus *Carollia* featured, and so do, though to a lesser extent, the genus *Artibeus* and the species *Rhinophylla pumilio*.

Table 1. Methods used for the evaluation of mammals

Group of Mammals	Used methods							
	Transects Census	Sherman Traps [trap/night]	Victor Traps [trap/night]	Tomahawk Traps [trap/night]	Pitfall Traps [trap/night]	Mist Nets [nest/night]	Camera Traps	OR*
Big	335.7 km; 266 h: 20 min (diurnal) 177 h: 5 min (nocturnal)						✓	✓
Small and terrestrial		3840	3840	960	35		✓	✓
Small and flying						735		✓

OR: Opportunistic record

Cuadro 2. Valores para cada tipo de evidencia directa o indirecta para el Índice de Ocurrencia (Boddicker et al., 2002)

Table 2. Values for Each Type of Direct or Indirect Evidence for the Occurrence Index (Boddicker et al., 2001)

Tipo de evidencia / Type of Evidence	Puntaje / Score
Evidencia no ambigua / Unambiguous Evidence	
Especie colectada / Collected species*	10
Especie observada / Observed species	10
Evidencia de alta calidad / High Quality Evidence	
Huesos / Bones	5
Pelos / Hair	5
Información de pobladores locales / Local people information	5
Huellas / Footprints	5
Vocalizaciones y olores / Vocalizations and odor	5
Evidencia de baja calidad / Low Quality Evidence	
Camas, madrigueras, nidos, caminos / Beds, dens, nests, roads	4
Heces / Feces	4
Restos de alimentos / Food scraps	4



Cuadro 3. Riqueza de mamíferos registrados dentro de la RCM

Table 3. Mammal's Richness Recorded within the RCM

Orden Order	Nº de familias Nº of Families	Nº de géneros Nº of Genera	Nº de especies Nº of Species	Proporción de especies [%] Proportion of Species [%]
Rodentia [roedores / rodents]	6	11	12	14
Chiroptera [murciélagos / bats]	3	23	41	47
Didelphimorphia [marsupiales / marsupials]	1	5	8	9
Cingulata [armadillos]	1	2	4	5
Pilosa [osos hormigueros y perezosos / anteaters and sloths]	1	2	2	2
Primates [monos / monkeys]	3	8	8	9
Carnivora [carnívoros / carnivores]	3	8	9	10
Perissodactyla [tapires / tapirs]	1	1	1	1
Cetartiodactyla [sajinos y venados / peccaries and deer]	2	2	2	3
Total	21	62	87	100

Se registraron, además, evidencias de 29 especies de mamíferos grandes mediante 572 registros cuantitativos en censos. En cuanto a los primates, estos fueron registrados directamente de manera visual o auditiva [Cuadro 4]. Las observaciones directas también fueron importantes para la detección de especies de carnívoros; aunque este grupo también fue registrado mediante evidencias indirectas (especialmente huellas). Los armadillos fueron evidenciados principalmente mediante registros indirectos como madrigueras y excavaciones; los venados y sajinos, así como la de tapires, principalmente a través de huellas; y los osos hormiguero, por registros indirectos (huellas y otros).

En el caso de los mamíferos grandes, a través del índice de ocurrencia [IO] se obtuvieron evidencias del "tamandúa" *Tamandua tetradactyla*, de la "nutria" *Lontra longicaudis*, del "oso hormiguero" *Myrmecophaga tridactyla* y del "coatí" *Nasua nasua*, aunque no se pudo confirmar la presencia de dichas especies. Asimismo, de acuerdo con el índice de abundancia [IA], el "tapir" o "sachavaca" *Tapirus terrestris* fue la especie más abundante [IA = 684]; seguido por el "armadillo" *Dasyopus* sp. [IA = 470], el "venado colorado" *Mazama americana* [IA = 404],

Furthermore, we recorded evidence of 29 species of large mammals by means of 572 quantitative records obtained through census. With regards to primates, they were recorded directly, visually or auditorily [Table 4]. Direct observations were also important for the detection of carnivore species, although this group was also reported by indirect evidence [especially footprints]. Armadillos were mainly recorded through indirect evidence such as holes and excavations. Deer and peccaries, as well as tapirs, were detected mainly through footprints, whereas anteaters were recorded by indirect evidence [footprints and others].

Regarding large mammals, by means of the Occurrence Index [IO], we obtained evidence of the "Lesser Anteater" *Tamandua tetradactyla*, the "Neotropical River Otter" *Lontra longicaudis*, the "Giant Anteater" *Myrmecophaga tridactyla* and the "South American Coati" *Nasua nasua*, even though it was not possible to confirm their presence. Furthermore, according to the Abundance Index [IA], the "Tapir" or "Sachavaca" *Tapirus terrestris* was the most abundant species [IA = 684]; followed by the "Armadillo" *Dasyopus* sp. [IA = 470], the "Red Brocket Deer" *Mazama americana* [IA = 404], the "Giant

◀ Los murciélagos son mamíferos de gran importancia para los ecosistemas.
Bats are mammals of great importance for the ecosystems.

la “chosna” *Potos flavus* (IA = 260) y el “armadillo gigante” *Priodontes maximus* (IA = 311). Por otro lado, los valores de los índices de abundancia y ocurrencia, entre temporadas de evaluación, fueron muy similares, con excepción del “machín negro” *Sapajus apella*, cuyo IA fue notablemente mayor durante la temporada seca.

Se identificaron 11 gremios tróficos (Figura 1), de los cuales los de mayor riqueza fueron los frugívoros (29 %) y los omnívoros (22 %), seguidos por los insectívoros (14 %), carnívoros (9 %), frugívoro-insectívoros, frugívoro-granívoros y nectarívoros (6 % cada uno). Entre las especies frugívoras, aquellas que destacan como importantes dispersores o depredadores de semillas son el “mono nocturno” *Aotus nigriceps*, el “maquisapa” *Ateles chamek* y el “tocón” *Callicebus*

armadillo *Priodontes maximus* (IA = 311) and the “Kinkajou” *Potos flavus* (IA = 260). On the other hand, the values of the abundance and occurrence index, between seasons of assessments, were very similar, with the exception of the “Black-capped Capuchin” *Sapajus apella*, whose IA was significantly higher during the dry season.

Moreover, 11 trophic guilds (Figure 1) were identified, among which the most diverse were the frugivores (29 %) and the omnivores (22 %), followed by the insectivores (14 %), the carnivores (9 %), the frugivore-insectivores, the frugivore-granivores and the nectarivores (6 % each). Among the frugivores, the ones that stand out as dispersers and predators of seeds are the “Black-headed Night Monkey” *Aotus nigriceps*, the “Black Spider Monkey” *Ateles chamek* and the

Cuadro 4. Registros cuantitativos de mamíferos grandes por orden taxonómico y unidad de vegetación

Orden	Bosque denso premontano				Bosque denso de pie de monte				Bosque semidenso				Bosque ralo con pacal			
	Observación	Vocalización	Huellas	Otros / indirectos	Observación	Vocalización	Huellas	Otros / indirectos	Observación	Vocalización	Huellas	Otros / indirectos	Observación	Vocalización	Huellas	Otros / indirectos
Didelphimorpha (marsupiales)									1	0	0	0				
Cingulata (armadillos)	0	0	1	61	1	0	3	19	0	0	1	53	4	0	1	32
Pilosa (osos hormigueros y perezosos)	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	3	1	0	0	0	2
Primates (monos)	15	4	0	0	5	1	0	0	23	11	0	0	17	5	0	0
Rodentia (roedores)	1	0	4	4	2	0	2	2	8	0	21	4	0	0	5	2
Carnivora (carnívoros)	21	0	7	1	4	0	1	2	5	0	7	2	1	0	1	2
Perissodactyla (tapires)	0	0	18	4	0	0	7	2	2	0	20	6	2	0	14	3
Cetartiodactyla (venados y sajinos)	3	0	19	3	1	0	9	3	4	0	36	6	1	0	24	7
Subtotal	40	4	49	76	13	1	22	30	43	11	88	72	25	5	45	48
Total	169				66				214				123			

sp.; los murciélagos de la subfamilia Stenodermatinae (familia Phyllostomidae), que ingieren flores, néctar y frutos; el “sajino” *Pecari tajacu*, que se alimenta principalmente de frutos, hojas, brotes, tubérculos o raíces; y el “venado colorado” *Mazama americana*, cuya dieta se compone de hojas, ramas, brotes tiernos de árboles y arbustos, así como de ciertos frutos, flores caídas y hongos. Por otro lado, entre las especies omnívoras destacan los marsupiales, cuya dieta incluye invertebrados, pequeños vertebrados y frutos; los armadillos, que se alimentan de invertebrados; y los primates del género *Saguinus*, que consumen frutos, flores, néctar, invertebrados y pequeños vertebrados [Schulze, 2000; Aquino et al., 2013, Tirira, 2007; Mena, 2010; Aguirre, 2007; Fajardo & Pacheco, 2011a, 2011b; Bodmer et al., 1999; Gergory et al., 2012; Fleming, 1991; Wallace et al., 2008].

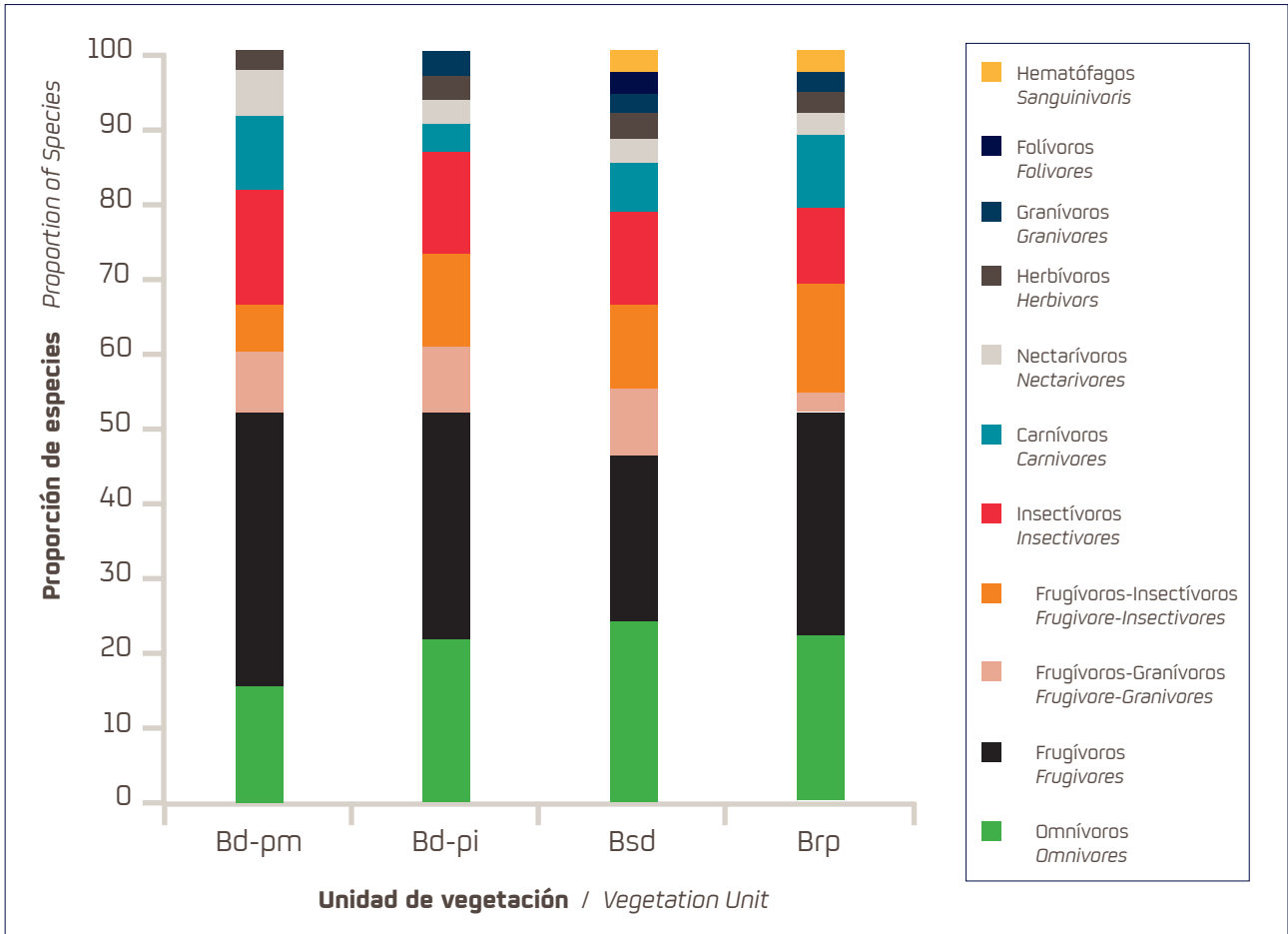
“Titi Monkey” *Callicebus* sp.; the bats of the subfamily *Stenodermatinae* (family *Phyllostomidae*), which eat flowers, nectar and fruits; the “Collared Peccary” *Pecari tajacu*, which feeds mainly on fruits, leaves, outbreaks, tubers or roots; and the “Red Brocket Deer” *Mazama americana*, whose diet consists of leaves, twigs, young outbreaks of trees and shrubs, as well as certain fruits, fallen flowers and mushrooms. On the other hand, among the omnivorous species feature the marsupials, whose diet consists of invertebrates, small vertebrates and fruits; the armadillos, which feeds on invertebrate; primates (genus *Saguinus*) that eat fruits, flowers, nectar, invertebrates and small vertebrates [Schulze, 2000; Aquino et al., 2013; Tirira, 2007; Mena, 2010; Aguirre, 2007; Fajardo & Pacheco, 2011a, 2011b; Bodmer et al., 1999; Gergory et al., 2012; Fleming, 1991; Wallace et al., 2008].

Table 4. Quantitative Records of Large Mammals by Taxonomic Order and Vegetation Unit

Order	Premontane Dense Forest				Foothill Dense Forest				Semidense Forest				Bamboo-dominated Sparse Forest			
	Observation	Vocalization	Footprints	Others / indirect	Observation	Vocalization	Footprints	Others / indirect	Observation	Vocalization	Footprints	Others / indirect	Observation	Vocalization	Footprints	Others / indirect
<i>Didelphimorpha</i> [Marsupials]									1	0	0	0				
<i>Cingulata</i> [Armadillos]	0	0	1	61	1	0	3	19	0	0	1	53	4	0	1	32
<i>Pilosa</i> [Anteaters and Sloths]	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	3	1	0	0	0	2
<i>Primates</i> [Monkeys]	15	4	0	0	5	1	0	0	23	11	0	0	17	5	0	0
<i>Rodentia</i> [Rodents]	1	0	4	4	2	0	2	2	8	0	21	4	0	0	5	2
<i>Carnivora</i> [Carnivores]	21	0	7	1	4	0	1	2	5	0	7	2	1	0	1	2
<i>Perissodactyla</i> [Tapirs]	0	0	18	4	0	0	7	2	2	0	20	6	2	0	14	3
<i>Cetartiodactyla</i> [Deer and Peccaries]	3	0	19	3	1	0	9	3	4	0	36	6	1	0	24	7
Subtotal	40	4	49	76	13	1	22	30	43	11	88	72	25	5	45	48
Total	169				66				214				123			

Figura 1. Proporción de grupos tróficos de mamíferos por unidad de vegetación

Figure 1. Proportion of Trophic Groups of Mammals per Vegetation Unit



Armadillo gigante en su madriguera [*Priodontes maximus*].

Giant Armadillo in its burrow [*Priodontes maximus*].



Ratón arrozalero de Macconnell *Euryoryzomys macconnelli*. / Macconnell's Rice Rat *Euryoryzomys macconnelli*. ▲

En cuanto a su estado de conservación, 11 especies se encuentran protegidas por la legislación nacional [MINAGRI, 2014] y 24 especies están incluidas en listas internacionales [CITES, 2015; IUCN, 2015]. En la categoría “en peligro” [EN] se encuentra el “maquisapa” *Ateles chamek*, mientras que las especies en categoría “vulnerable” [VU] son el “armadillo gigante” *Priodontes maximus*, el “oso hormiguero” *Myrmecophaga tridactyla*, la “pacarana” *Dinomys branickii*, el “tapir” *Tapirus terrestris* [según IUCN, 2015] y el “murciélago de orejas amarillas de Melissa” *Vampyressa melissa*. Además, entre los mamíferos considerados como “casi amenazados” [NT], ya sea según MINAGRI o IUCN, se encuentran el “otorongo” *Panthera onca*, el “tapir” *Tapirus terrestris*, el “murciélago longirostro negruzco” *Anoura cultrata*, el “puma” *Puma concolor*, el “margay” *Leopardus wiedii*, y la “nutria” *Lontra longicaudis*. Estas 3 últimas especies están también incluidas en el Apéndice I de la CITES, entre otras que se muestran en el

*Regarding their conservation status, 11 species are protected by Peruvian Legislation [MINAGRI, 2014] and 24 are included on international lists [CITES, 2015; IUCN, 2015]. The “Black Spider Monkey” *Ateles chamek* is regarded as “endangered” [EN], while the “Giant Armadillo” *Priodontes maximus*, the “Giant Anteater” *Myrmecophaga tridactyla*, the “Pacarana” *Dinomys branickii*, the “Tapir” *Tapirus terrestris* and the “Melissa’s Yellow-eared Bat” *Vampyressa melissa* are regarded as vulnerable [VU] [IUCN, 2015]. Moreover, among the mammals considered as “near threatened” [NT], either by MINAGRI or IUCN, is the “Jaguar” *Panthera onca*, and the “Tapir”, the “Handley’s Tailless Bat” *Anoura cultrata*, the “Puma” *Puma concolor*, the “Margay” *Leopardus wiedii*, and the “Neotropical River Otter” *Lontra longicaudis*. The latter 3 species are also included in the Appendix I of the CITES, among others shown in Table 5. In addition, the species with the category of “data deficient” [DD] are those of which there are not enough information to assess,*

Cuadro 5. Por su parte, las especies en categoría de “datos insuficientes” (DD) son aquellas de las que no se cuenta con suficiente información adecuada para evaluar, directa o indirectamente, su riesgo de extinción, como la “comadreja marsupial roja” *Marmosa rubra*, la “ardilla de vientre amarillo” *Microsciurus flaviventer*, el “murciélago vespertino aterciopelado” *Myotis simus* y el “venado colorado” *Mazama americana*.

Los mamíferos son animales importantes para los habitantes de las comunidades adyacentes a la RCM, pues se han identificado 35 especies (Figura 2) con uso potencial, principalmente alimenticio y ornamental, pero que pueden tener muchos otros usos como en la medicina tradicional, en rituales, como mascotas y como productos comerciales (Aquino et al., 2001; Tirira, 2007).

Las especies de gran tamaño, como los tapires, venados, sajinos, primates grandes (e.g., maquisapas y aulladores), los roedores grandes, los carnívoros de mediano y de gran tamaño, y los armadillos, son las preferidas por la población para el consumo de subsistencia. Por su parte, los primates pequeños (e.g., frailes y pichicos), así como otras especies pequeñas como chosnas, los “sachacuyes” (*Proechimys* spp.) y “ratas de campo” (*Euryoryzomys* spp.) son cazadas cuando las especies grandes escasean. El excedente de la caza muchas veces es destinado al comercio de carne, pieles y otras partes de mamíferos ungulados (“sajinos”, “venados” y “sachavacas”), felinos y roedores grandes. Asimismo, las crías de los animales cazados son comercializadas como mascotas, principalmente las de los primates. Por otro lado, algunas especies como el “coati” o “achuni” *Nasua nasua* y los “murciélagos”, son asociados con la medicina tradicional, los rituales y la hechicería (Aquino et al., 2006; Tirira, 2007).

Discusión y conclusiones

La información de mamíferos del área de estudio se remonta a inicios del siglo XX, con la colecta de Heller en 1915 (Emmons, 2001) en la parte alta del valle del Urubamba, a partir de la cual se reportaron 72 especies de mamíferos. Años más tarde, destacan los estudios realizados como parte del Programa de Evaluación Rápida (RAP) de Conservación Internacional, en los cuales Emmons et al. (2001) evaluaron el área norte de la cordillera (entre 1000

directly or indirectly, their risk of extinction, such as the “Red Marsupial Opossum” Marmosa rubra, the “Amazon Dwarf Squirrel” Microsciurus flaviventer, the “Velvety Myotis” Myotis simus and the “Red Brocket Deer” Mazama americana.

Mammals are important animals for the inhabitants of the communities adjacent to the RCM, as 35 species (Figure 2) are potentially used, mainly as food and ornaments, but also have many other uses, such as in traditional medicine, rituals, as pets or as trading products (Aquino et al., 2001; Tirira 2007).

*Big-sized species, such as tapires, deer, peccaries, large primates (Black Spider Monkey and Howler Monkeys), large rodents, medium and large carnivores, and “armadillos” are the ones preferred by the population for subsistence consumption. Besides, small monkeys (e.g., Squirrel Monkeys and Tamarins) as well as other small species, such as “Kinkajous”, “Spiny Rats” (*Proechimys* spp.) and “Rice Rats” (*Euryoryzomys* spp.) are hunted when the large species become scarce. The surplus of hunting is often destined for trading of meat, skin and other parts of the ungulate mammals (peccaries, deer and tapires), felines and large rodents. Moreover, the offspring of hunted animals are marketed as pets, especially those of primates. On the other hand, some species such as the “South American Coati” or “Achuni” *Nasua nasua* or bats are associated with traditional medicine, rituals and sorcery (Aquino et al., 2006; Tirira, 2007).*

Discussion and Conclusion

Information related to mammals in the study area dates back to the early 20th Century, with the collection of Heller in 1915 (Emmons, 2001) in the upper valley of Urubamba, from which 72 mammals species were reported. Later on, feature the studies performed under the Rapid Assessment Program (RAP) of International Conservation stand on, in which Emmons et al. (2001) evaluated the northern area of the mountain range (between 1000 and 3350 m.a.s.l.) and reported the presence of 87 species of mammals, while Solari et al. (2001a) evaluated the southern area (between 1710 and 2445 m.a.s.l.) and recorded 46 species. On the other hand, in a similar study, conducted in the Lower Urubamba region, Solari et al. (2001b) reported 103 species of small

Cuadro 5. Especies consideradas en alguna categoría de protección nacional e internacional

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Nombre local	D.S. N° 004-2014-MINAGRI	CITES	IUCN	Unidad de vegetación
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Marmosa rubra</i>	Comadreja marsupial rajiza	Tintsa			DD	Bsd
Cingulata	Dasypodidae	<i>Priodontes maximus</i>	Armadillo gigante	Kinteroni	VU	I	VU	Bd-pm, Bd-pi, Bsd, Brp
Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Oso hormiguero	Shiani	VU	II	VU	Bd-pm, Bd-pi, Bsd, Brp
Primates	Atelidae	<i>Ateles chamek</i>	Mono araña negro, maquisapa	Osheto	EN	II	EN	Bd-pm
Primates	Cebidae	<i>Aotus nigriceps</i>	Mono nocturno cabecinegro	Pitoni		II		Bd-pi, Bsd, Brp
Primates	Cebidae	<i>Cebus albifrons</i>	Machín blanco	Koakoani		II		Bd-pm, Bsd, Brp
Primates	Cebidae	<i>Saguinus imperator</i>	Pichico emperador	Tsintsípoti		II		Bd-pi, Bsd, Brp
Primates	Cebidae	<i>Saimiri boliviensis</i>	Frailencillo	Tsígeri		II		Bd-pi, Brp
Primates	Cebidae	<i>Sapajus apella</i>	Machín negro	Koshiri		II		Bd-pm, Bd-pi, Bsd, Brp
Primates	Pitheciidae	<i>Callicebus sp.</i>	Tocón	Togari		II		Bsd, Brp
Primates	Atelidae	<i>Alouatta sara</i>	Mono aullador	Yaniri		II		Bd-pi, Bsd, Brp
Rodentia	Sciuridae	<i>Microsciurus flaviventer</i>	Ardilita de vientre amarillo	Meguirí			DD	Bd-pm, Bsd
Rodentia	Dinomyidae	<i>Dinomys branickii</i>	Pacarana	Shatoni	VU		VU	Bsd
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Vampyressa melissa</i>	Murciélago de orejas amarillas de Melissa	Pijiri	VU		VU	Bd-pm
Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Anoura cultrata</i>	Murciélago longirostro negruzco	Pijiri			NT	Bd-pm, Bsd
Chiroptera	Vespertilionidae	<i>Myotis simus</i>	Murciélago vespertino aterciopelado	Pijiri			DD	Bsd
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Ocelote, tigrillo	Manitianiki		I		Bd-pm, Bsd
Carnivora	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	Margay	Maniti potsonari		I	NT	Bsd
Carnivora	Felidae	<i>Panthera onca</i>	Otorongo	Matsonari	NT	I	NT	Bd-pm, Bsd
Carnivora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	Potsonari	NT	II		Bd-pm, Bd-pi
Carnivora	Mustelidae	<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria	Parari		I	NT	Bd-pi, Bsd
Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir	Kemari	NT	II	VU	Bd-pm, Bd-pi, Bsd, Brp
Cetartiodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	Shintori		II		Bd-pm, Bd-pi, Bsd, Brp
Cetartiodactyla	Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Venado colorado	Maniro	DD		DD	Bd-pm, Bd-pi, Bsd, Br

EN: en peligro, VU: vulnerable, NT: casi amenazado, LC: de preocupación menor; DD: datos insuficientes

I: Apéndice I de la CITES; II: Apéndice II de la CITES; III: Apéndice III de la CITES

Bd-pm: bosque denso premontano; Bd-pi: bosque denso de pie de monte; Brp: bosque ralo con pacal; Bsd: bosque semidenso

Table 5. Species Included in Some Category of National and International Protection Lists

Order	Family	Species	Common Name	Local Name	S.D. N° 004-2014-MINAGRI	CITES	IUCN	Vegetation Unit
Didelphimorphia	Didelphidae	Marmosa rubra	Red Marsupial Opossum	Tintsa			DD	Bsd
Cingulata	Dasypodidae	Priodontes maximus	Giant Armadillo	Kinteroni	VU	I	VU	Bd-pm, Bd-pi, Bsd, Brp
Pilosa	Myrmecophagidae	Myrmecophaga tridactyla	Giant Anteater	Shiani	VU	II	VU	Bd-pm, Bd-pi, Bsd, Brp
Primates	Atelidae	Ateles chamek	Black Spider Monkey	Osheto	EN	II	EN	Bd-pm
Primates	Cebidae	Aotus nigriceps	Black-headed Night Monkey	Pitoni		II		Bd-pi, Bsd, Brp
Primates	Cebidae	Cebus albifrons	White-fronted Capuchin Monkey	Koakoani		II		Bd-pm, Bsd, Brp
Primates	Cebidae	Saguinus imperator	Emperor Tamarin	Tsintsipoti		II		Bd-pi, Bsd, Brp
Primates	Cebidae	Saimiri boliviensis	Black-capped Squirrel Monkey	Tsigeri		II		Bd-pi, Brp
Primates	Cebidae	Sapajus apella	Black-capped Capuchin	Koshiri		II		Bd-pm, Bd-pi, Bsd, Brp
Primates	Pitheciidae	Callicebus sp.	Titi Monkey	Togari		II		Bsd, Brp
Primates	Atelidae	Alouatta sara	Bolivian Red Howler Monkey	Yaniri		II		Bd-pi, Bsd, Brp
Rodentia	Sciuridae	Microsciurus flaviventer	Amazon Dwarf Squirrel	Meguirí			DD	Bd-pm, Bsd
Rodentia	Dinomyidae	Dinomys branickii	Pacarana	Shatoni	VU		VU	Bsd
Chiroptera	Phyllostomidae	Vampyressa melissa	Melissa's Yellow-eared Bat	Pijiri	VU		VU	Bd-pm
Chiroptera	Phyllostomidae	Anoura cultrata	Handley's Tailless Bat	Pijiri			NT	Bd-pm, Bsd
Chiroptera	Vespertilionidae	Myotis simus	Velvety Myotis	Pijiri			DD	Bsd
Carnivora	Felidae	Leopardus pardalis	Ocelot	Manitianiki		I		Bd-pm, Bsd
Carnivora	Felidae	Leopardus wiedii	Margay	Maniti potsonari		I	NT	Bsd
Carnivora	Felidae	Panthera onca	Jaguar	Matsonsori	NT	I	NT	Bd-pm, Bsd
Carnivora	Felidae	Puma concolor	Cougar	Potsonari	NT	II		Bd-pm, Bd-pi
Carnivora	Mustelidae	Lontra longicaudis	Neotropical River Otter	Parari		I	NT	Bd-pi, Bsd
Perissodactyla	Tapiridae	Tapirus terrestris	Tapir	Kemari	NT	II	VU	Bd-pm, Bd-pi, Bsd, Brp
Cetartiodactyla	Tayassuidae	Pecari tajacu	Collared Peccary	Shintori		II		Bd-pm, Bd-pi, Bsd, Brp
Cetartiodactyla	Cervidae	Mazama americana	Red Brocket Deer	Maniro	DD		DD	Bd-pm, Bd-pi, Bsd, Br

EN: Endangered, VU: Vulnerable, NT: Near Threatened, LC: Least Concern, DD: Data Deficient

I: Appendix I of the CITES; II: Appendix II of the CITES; III: Appendix III of the CITES

Bd-pm: Premontane Dense Forest; Bd-pi: Foothill Dense Forest; Brp: Bamboo-dominated Sparse Forest; Bsd: Semidense Forest

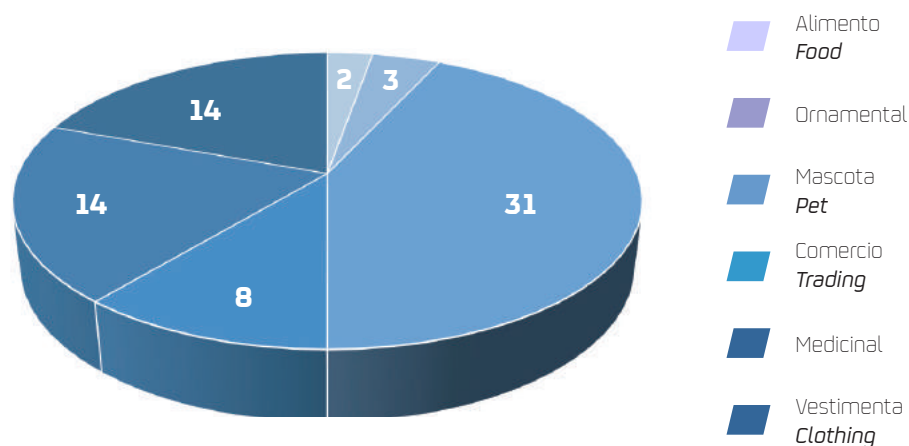
y 3350 m de altitud) y reportaron la presencia de 87 especies de mamíferos, mientras que Solari *et al.* [2001a] evaluaron el área sur (entre 1710 y 2445 m de altitud) y reportaron 46 especies. Por otra parte, en un estudio similar en la región del Bajo Urubamba, Solari *et al.* [2001b] reportaron la presencia de 103 especies de pequeños mamíferos, mientras Boddicker *et al.* [2001] registraron 64 especies de mamíferos mayores. En estudios más recientes en la zona sur de la RCM se hallaron 96 especies [Perú LNG, 2007], mientras que en otros estudios en la zona de amortiguamiento hubo registro de 90 [Repsol, 2015] y 76 especies [Repsol, 2011] [Cuadro 6].

mammals, while Boddicker et al. [2001] recorded 64 species of large mammals. During recent studies, in the southern area of the RCM, 96 species were recorded [Perú LNG, 2007], while in other studies, in the buffer zone, they recorded 90 [Repsol, 2015] and 76 [Repsol, 2011] species [Table 6].

Taking into consideration all the previously mentioned studies, the richness of mammals in the study area represents around 85 % of the richness reported in Lower Urubamba [Solari et al., 2001a]. Furthermore, in the RCM mammal's community, small mammals stand out with 63 % of the species,

Figura 2. Usos potenciales de los mamíferos registrados en la RCM

Figure 2. Potential Uses of Mammals Recorded in the RCM



Teniendo en cuenta los estudios mencionados, la riqueza de mamíferos en el área de estudio representa alrededor del 85 % de la riqueza registrada en el bajo Urubamba [Solari *et al.*, 2001a]. Asimismo, en la comunidad de mamíferos de la RCM destacan los mamíferos pequeños con 63 % de las especies, lo cual resalta la importancia de este grupo en los ecosistemas amazónicos, dentro del cual, la mayor riqueza y abundancia corresponde al grupo de los quirópteros. Pese a que los resultados de los estudios en la RCM muestran una alta diversidad de mamíferos, se espera que el número de especies continúe incrementándose con evaluaciones adicionales.

which highlights the importance of this group for amazon ecosystems, in which the greatest richness and abundance corresponds to the bats. Despite the results of the studies conducted in the RCM show a high diversity of mammals, it is expected that the number of species continues to increase with additional assessments.

The implementation of different methods for the recording of mammals, such as the use of pitfall traps for small mammals and camera traps for large mammals, contributed to record a greater number of species. However, both methods would benefit from increasing the activation time, with





Puma registrado mediante una trampa de captura fotográfica (*Puma concolor*). ▲
A Puma recorded by means of a camera trap (Puma concolor).

La implementación de diferentes métodos para el registro de mamíferos, como el uso de trampas de caída o pitfall para los mamíferos pequeños; y trampas de captura fotográfica, para los grandes; contribuyó al registro de un mayor número de especies. No obstante, ambos métodos se beneficiarían de un mayor tiempo de activación, con lo cual podría mejorarse el inventario de especies en el área de estudio.

which the species inventory of the study area could be improved.

◀ Experto local evaluando mamíferos.
Local expert assessing mammals.

Cuadro 6. Riqueza de mamíferos en diferentes lugares de la Amazonía

Región	Lugar	Año	Riqueza de mamíferos	Fuente
Cusco	Alto Urubamba	1915	72	Heller [1915]
Cusco	Norte de Cordillera del Vilcabamba	2001	87	Emmons <i>et al.</i> [2001]
Cusco	Sur de la Cordillera del Vilcabamba	2001	46	Solari <i>et al.</i> [2001a]
Cusco	Bajo Urubamba	2001	103	Solari <i>et al.</i> [2001b]
Cusco	Bajo Urbamba	2001	64	Boddicker <i>et al.</i> [2001]
Cusco	Bajo Urubamba	2001	150	Alonso <i>et al.</i> [2001a]
Cusco	Vilcabamba	2001	46	Alonso <i>et al.</i> [2001b]
Cusco	PN Otishi	2005	32	INRENA [2005]
Cusco	RC Machiguenga y Ashaninka	2008	59	Morales, V. [2008]
Cusco	RC Machiguenga	2007	96	Perú LNG [2007]
Cusco	Kinteroni, Bajo Urubamba	2011	76	Repsol Exploración Perú [2011]
Cusco	Sagari, Bajo Urubamba	2015	90	Repsol Exploración Perú [2015]
Cusco	RC Machiguenga	2014-2015	87	Repsol Exploración Perú [2015]

Referencias bibliográficas / References

- Aguirre, L.E. [2007]. *Historia natural, distribución y conservación de los murciélagos de Bolivia*. Santa Cruz, Bolivia: Centro de ecología y difusión Simón I. Patiño.
- Alonso A.; Dallmeier, F. Campbell, P. & Noguera, R. [2001a]. The Lower Urubamba Region, Peru. En A. Alonso, D. Dallmeier & P. Campbell (eds.), *Urubamba: the Biodiversity of a Peruvian Rainforest*. [pp. 1-11]. Washington D.C.: Smithsonian Institution.
- Alonso, L.E.; Alonso, A.; Schulenberg, T.S. & Dallmeier, F. [2001b]. *Biological and social assessments of the cordillera de Vilcabamba, Perú*. Washington, D.C.: Conservation International.
- Aquino, R.; Bodmer R. & Gil, J. [2001]. *Mamíferos de la cuenca del río Samiria: ecología poblacional y sustentabilidad de la caza*. Junglevagt for Amazonas. Washington, D.C.: AIF-WWF/DK & Wildlife Conservation Society.
- Aquino, R. & Bodmer, R.E. [2006]. Distribución y abundancia de *Ateles belzebuth* E. Geoffroy y *Ateles chamek* Humbolt (Cebidae: Primates) en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 13: 103-106.
- Aquino, R.; Terrones, C.; Navarro, R. & Terrones, W. [2007]. Evaluación del impacto de la caza en mamíferos de la cuenca del río Alto Itaya, Amazonía peruana. *Revista Peruana de Biología*, 14[2]: 181-186.
- Aquino, R.; Cornejo, F.M.; Pezo, E. & Heymann, E.W. [2013]. Distribution and abundance of white-fronted spider monkeys, *Ateles belzebuth* (Atelidae), and threats to their survival in Peruvian Amazonia. *Folia Primatologica*, 84[1]: 1-10.
- Boddicker, M.; Rodríguez, J.J. & Amanzo, J. [2001]. Assessment of the large mammals of the lower Urubamba region, Perú. En: A. Alonso, D. Dallmeier & P. Campbell (eds.), *Urubamba: the Biodiversity of a Peruvian Rainforest* [pp. 183-193]. Washington D.C.: Smithsonian Institution.
- Boddicker, M.; Rodríguez, J.J. & Amanzo, J. [2002]. Indices for assessment and monitoring of large mammals within an adaptive management framework. *Environmental Monitoring and Assessment*, 76: 105-123.
- Bodmer, R.; Allen, C.; Penn, J.; Aquino, R. & Reyes, C. [1999]. Evaluación del uso sostenible de la fauna silvestre en la Reserva Nacional Pacaya-Samiria, Perú. *The Nature Conservancy*, 4: 5-34.

Table 6. Richness of Mammals in Several Places of the Amazon

Región	Place	Year	Richness	Source
Cusco	Upper Urubamba	1915	72	Heller [1915]
Cusco	North of the Cordillera del Vilcabamba	2001	87	Emmons et al. [2001]
Cusco	South of the Cordillera del Vilcabamba	2001	46	Solari et al. [2001a]
Cusco	Lower Urubamba	2001	103	Solari et al. [2001b]
Cusco	Lower Urubamba	2001	64	Boddicker et al. [2001]
Cusco	Lower Urubamba	2001	150	Alonso et al. [2001a]
Cusco	Vilcabamba	2001	46	Alonso et al. [2001b]
Cusco	Otishi National Park	2005	32	INRENA [2005]
Cusco	Machiguenga and Ashaninka Communal Reserve	2008	59	Morales [2008]
Cusco	Machiguenga Communal Reserve	2007	96	Peru LNG [2007]
Cusco	Kinteroni, Lower Urubamba	2011	76	Repsol Exploración Perú [2011]
Cusco	Sagari, Lower Urubamba	2015	90	Repsol Exploración Perú [2015]
Cusco	Machiguenga Communal Reserve	2014-2015	87	Repsol Exploración Perú [2015]

- CITES. [2015]. Apéndices I, II y III. Recuperado de <https://www.cites.org/esp/app/appendices.php>.
- MINAGRI. [2014]. Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI. Actualización de la lista de clasificación y categorización de las especies amenazadas de fauna silvestre legalmente protegidas. *El Peruano* 12813: 520497-520504.
- Emmons, L. [2001]. Appendix 18. Mammal species collected in 1915 by E. Heller in the upper Urubamba valley. En: L. Alonso, A. Alonso, T. Schulenberg & F. Dallmeier (eds.), *Biological and social assessments of the Cordillera de Vilcabamba, Peru* (pp. 259-261). Washington, D.C.: Conservation International.
- Emmons L., Luna, L. & Romo, M. [2001]. Mammals of the northern Vilcabamba mountain range, Peru. Pp. 105-109 y 255-261 En: Alonso L., A. Alonso, T. Schulenberg & F. Dallmeier (eds.). *Biological and social assessments of the Cordillera de Vilcabamba, Peru* (pp. 105-109). Washington, D.C.: Conservation International.
- Fajardo, U. & Pacheco, V. [2011a]. Puma concolor. En: MINAM, *Informe final del estudio de especies CITES de carnívoros peruanos* (pp. 42-57), Lima, Perú: MINAM. [En revisión]
- Fajardo, U. & Pacheco, V. [2011b]. Panthera onca. En: MINAM, *Informe final del estudio de especies CITES de carnívoros peruanos* (pp. 58-65), Lima, Perú: MINAM. [En revisión]
- Fleming, T.H. [1991]. The relationship between body size, diet and habitat use in frugivorous bats, genus Carollia [Phyllostomidae]. *Journal of Mammalogy*, 72(3): 493-501.
- Gregory, T.; Carrasco, F.; Deichmann, J.L.; Kolowski, J. & Alonso, A. [2012]. Primates of the Lower Urubamba Region, Peru, with comments on other mammals. *Neotropical Primates*, 19(1): 16-23.
- INRENA. [2005]. *Plan Maestro del Parque Nacional Otishi 2005-2010*. Lima, Perú: INRENA.
- IUCN. [2015]. *Red List of Threatened Species*. Recuperado de <http://iucnredlist.org/amazing-species>
- IUCN. [2016]. *Red List of Threatened Species*. Recuperado de <http://iucnredlist.org/amazing-species>
- Lozano-Rodríguez, L.A. [2010]. Abundancia relativa y distribución de mamíferos medianos y grandes en dos coberturas vegetales en el santuario de fauna y flora Otún Quimbaya mediante el uso de cámaras trampa. Tesis de Licenciatura. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias.

- Mena, J.L. (2010). Respuestas de los murciélagos a la fragmentación del bosque en Pozuzo, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 17(3): 277-284.
- Mena J.L.; Solari, S.; Carrera, J.P.; Aguirre, L.F. & Gómez, H. (2011). Small mammal diversity in the tropical Andes: an overview. En: S.K. Herzog, R. Martínez, P.M. Jørgensen & H. Tiessen (eds.), *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes* (pp. 260-275). Paris: Inter-American Institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE).
- Morales, V. (2008). *Evaluación ecológica rápida en las Reservas Comunes Ashaninka y Machiguenga, Lote 57*. Lima, Perú: Repsol Exploración Perú.
- Novoa, S.; Cadenillas, R. & Pacheco, V. (2011). Dispersión de semillas por murciélagos frugívoros en bosques del Parque Nacional Cerros de Amotape, Tumbes, Perú. *Mastozoología Neotropical*, 18(1): 81-93.
- Pacheco, V. (2002). Mamíferos del Perú. En G. Cevallos & J.A. Simonetti (eds.), *Diversidad y conservación de los mamíferos neotropicales* (pp. 503-549). México, D.F.: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Pacheco, V. & Amanzo, J. (2003). Análisis de datos de cacería en las comunidades nativas de Pikiniki y Nuevo Belén, Río Alto Purús. En: R. Leite Pitman, N. Pitman & P. Álvarez (eds.), *Alto Purús, biodiversidad, conservación y manejo* (pp. 217-225). Center for Tropical Conservation.
- Repsol Exploración Perú. (2011). *Estudio de Impacto Ambiental [EIA] para el proyecto de desarrollo del Campo Kinteroni-Lote 57*. Lima, Perú: Repsol. [Elaborado por Walsh Perú S.A.].
- Repsol Exploración Perú. (2015). *Estudio de Impacto Ambiental [EIA] para el proyecto de desarrollo del Campo Sagari-Lote 57*. Lima, Perú: Repsol. [Elaborado por Walsh Perú S.A.].
- Perú LNG. (2007). *Estudio sobre recursos naturales y medio ambiente en la Reserva Comunal Machiguenga*. Lima, Perú: Perú LNG. [Elaborado por Walsh Perú S.A.].
- Solari, S.; Vivar, E.; Velazco, P.M. & Rodríguez, J.J. (2001a). Small mammal diversity from several montane forest localities (1300-2800 m) on the eastern slope of the Peruvian Andes. En: L.A. Alonso, A. Alonso, T.S. Schulenberg & F. Dallmeier (eds.); *Biological and Social Assessments of the Cordillera de Vilcabamba, Peru* (pp. 262-264). Washington D.C.: Conservation International.
- Solari, S.; Vivar, E.; Velazco, P.M.; Rodríguez, J.J.; Wilson, D. E.; Baker, R.J. & Mena, J.L. (2001b). The Small Mammal Community of the Lower Urubamba Region, Peru. En A. Alonso, F. Dallmeier & P. Campbell (eds.) *Urubamba: The biodiversity of a Peruvian rainforest* 7: 171-181.
- Schulze, M.D.; Seavy, N.E. & Whitacre, D.F. (2000). A comparison of the phyllostomid bat assemblages in undisturbed neotropical forest and in forest fragments of a slash-and-burn farming mosaic in Petén, Guatemala. *Biotropica*, 32(1): 174-184.
- Tirira, D. (2007). *Guía de campo de los mamíferos del Ecuador*. Quito, Ecuador. Ediciones murciélago blanco.
- Wallace R.B.; Mittermeier, R.A.; Cornejo, F. & Boubli, J.P. (2008). *Ateles chamek*. En IUCN (2010), IUCN Red List of Threatened Species. Recuperado de www.iucnredlist.org

Un machín negro *Sapajus apella*. ►
 A Black-fronted Capuchin Monkey *Sapajus apella*.





INSECTOS

Insects

Insectos

Insects

// Gorky Valencia & Margot Panta-Corzo //

Introducción

Los insectos tienen una relación tan íntima con los demás seres vivos que no se concebiría la vida sobre la tierra sin ellos, y además son los animales más abundantes del planeta (Stork *et al.*, 2015; Costello *et al.*, 2012). Por ende, su presencia, cantidad y diversidad son indicadores de la biodiversidad y de la calidad ambiental de determinados ecosistemas. Esto se evidencia en la cuenca del Bajo Urubamba y en la Reserva Comunal Machiguenga (RCM), donde se han registrado hasta 563 especies de insectos (Perú LNG, 2007; Kuntur, 2011), de las cuales 177 fueron hormigas; y 135 especies, escarabajos (Valencia, 2014).

Introduction

Insects have such an intimate relationship with other living beings, that life on earth could not be conceived without them, besides they are the most abundant animals on the planet (Stork et al., 2015; Costello et al., 2012.). Therefore, its presence, quantity and diversity are indicators of biodiversity and environmental quality of certain ecosystems. This is evident in the Lower Urubamba basin and in the Machiguenga Communal Reserve (RCM), where up to 563 species of insects have been recorded (Peru LNG, 2007; Kuntur, 2011), from which 177 species were ants; and 135 species were beetles (Valencia, 2014).



▲ Los insectos son los animales más abundantes en la RCM.
Insects are the most abundant animals in the RCM.

La gran cantidad de insectos requiere que su evaluación sea basada en bioindicadores, es decir, en organismos a partir de los cuales se puedan observar los efectos de la perturbación sobre los ambientes (Noss, 1990; Spellerberg, 1993; McKenzie *et al.*, 1995). Por ende, el estudio se enfocó en grupos indicadores como los “escarabajos estercoleros” [subfamilia Scarabaeinae], las “hormigas del suelo” [familia Formicidae] y los “escarabajos depredadores” [familia Carabidae]. Se obtuvo información cualitativa y cuantitativa [número de especies e individuos] sobre la diversidad de insectos en la RCM. Además, se destaca la importancia de estos insectos, tanto por ser indicadores ambientales, como por ser útiles para las comunidades locales.

Métodos

La evaluación de los de insectos indicadores se realizó a través de métodos estandarizados de colecta pasiva, a través de trampas. Se instalaron en total 46 parcelas, cada una de las cuales estuvo constituida por 2 trampas de intercepción de vuelo, 2 trampas Malaise, 10 trampas de caída, 10 necrotrampas con cebo [modelo NTP-97, modificadas: Valencia & Alonso, 1997] y 10 trampas de bandeja amarillas [pantrap]. Las trampas permanecieron activas durante 48 horas.

Estos métodos fueron seleccionados, debido a que las trampas son fáciles de instalar, se usan frecuentemente en estudios de biodiversidad, son útiles para evaluar insectos en diferentes estratos del bosque (Missa *et al.*, 2009; Valencia, 2014), y debido a que son métodos estándar (Martin, 1977; Oldroyd, 1970).

Resultados

Se registró un total de 272 especies y 2332 individuos. Las “hormigas de suelo” fueron las que presentaron el mayor número de especies con 203 [74,6 % del total], seguidas por los “escarabajos estercoleros” con 65 especies [23,9 %]; mientras que de los “escarabajos depredadores” se registraron solo 4 especies [1,5 %] (Figura 1).

Las unidades de vegetación en el área de estudio presentaron, en general, una alta riqueza o número de especies (Figura 2). El valor más alto de riqueza fue registrado en el bosque semidenso (171 especies). En cuanto a la abundancia, los valores más altos se

The large amount of insects requires assessments to be based on bioindicators, that is, organisms from which to observe the disturbance effects on the environment (Noss, 1990; Spellerberg, 1993; McKenzie et al., 1995). Therefore, the study focused on indicators groups such as “dung beetles” [subfamily Scarabaeinae], “soil ants” [family Formicidae] and “predatory beetles” [family Carabidae]. We obtained qualitative and quantitative information [number of species and individuals] on the diversity of insects in the RCM. Moreover, we highlighted the importance of these insects, both for being environmental indicators and for being useful to local communities as well.

Methods

The assessment of insects considered as indicators, was performed using standard methods of passive collection by means of traps. In total, 46 plots were installed, each one consisting of 2 flight interception traps, 2 Malaise traps, 10 pitfall traps, 10 necrotrap baits (NTP-97 model, modified: Valencia & Alonso, 1997) and 10 yellow pantraps. Traps remained active for a period of 48 hours.

These methods were selected because traps are easy to install, they are frequently used in biodiversity studies, they are useful for assessing insects through forest strata (Missa et al., 2009; Valencia, 2014), and because they are standard (Martin, 1977; Oldroyd, 1970).

Results

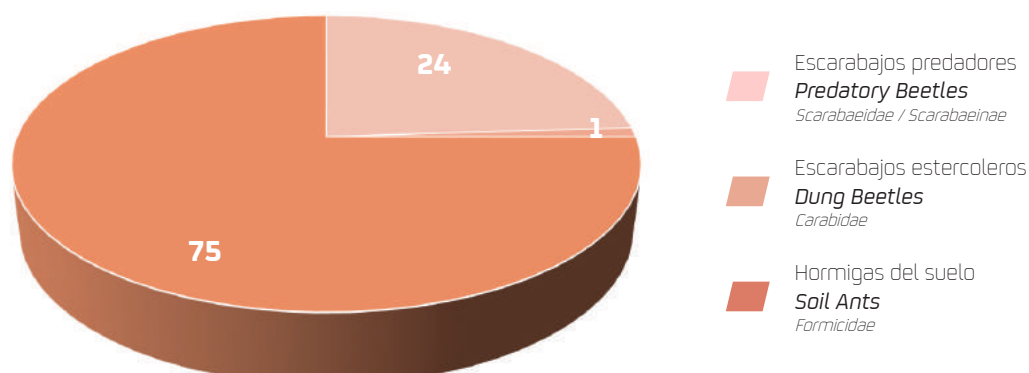
A total of 272 species and 2332 individuals were recorded. “Soil ants” had the highest number of species with 203 (74.6 %), followed by “dung beetles” with 65 species (23.9 %), while only 4 species (1.5 %) of “predatory beetles” were recorded (Figure 1).

Vegetation units of the study area showed, in general, a high richness or number of species (Figure 2). The highest value was recorded in the semidense forest (171 species). Regarding the abundance, the highest values were recorded in the premontane dense forest (942 individuals in both seasons).

The diversity recorded per evaluated group shows a species richness that varies between seasons, with a tendency to rise during the dry season, especially in the case of “soil ants” (Figure 3). During the

Figura 1. Porcentaje de especies por familia en el área de estudio

Figure 1. Percentage of Species per Family in the Study Area



registraron en el bosque denso premontano [942 individuos en ambas temporadas].

La diversidad registrada por grupo evaluado, muestra una riqueza de especies variable entre temporadas, con tendencia a subir en la temporada seca, especialmente en el caso de las “hormigas del suelo” (Figura 3). Durante la temporada húmeda se registraron 158 especies: 39 de “escarabajos estercoleros”, 1 de “escarabajo depredador” y 118 de “hormigas del suelo”. En la temporada seca se registraron 207 especies: 148 de “hormigas del suelo”, 56 de “escarabajos estercoleros” y 3 de “escarabajos depredadores” (Figura 3).

Con respecto a los escarabajos, los “escarabajos estercoleros” fueron los dominantes en ambas temporadas [2332 individuos en total], con más del 99 % de la abundancia registrada, en comparación con los “escarabajos depredadores”, con solo 6 individuos. En cuanto a las “hormigas del suelo” la riqueza fue mayor durante la temporada seca [148 morfoespecies], mientras que el número total de morfoespecies fue 203.

Las especies más abundantes fueron los “escarabajos estercoleros” *Deltochilum peruanum* con 556 individuos [24 %], seguido por *Deltochilum howdeni* con 417 individuos [18 %] y *Deltochilum granulatum* con 277 individuos [12 %]. En cuanto a los “escarabajos depredadores” las especies

wet season, 158 species were recorded: 39 “dung beetles”, 1 “predatory beetle” and 118 “soil ants”. During the dry season, 207 species were recorded: 148 “soil ants”, 56 “dung beetles” and 3 “predatory beetles” (Figure 3).

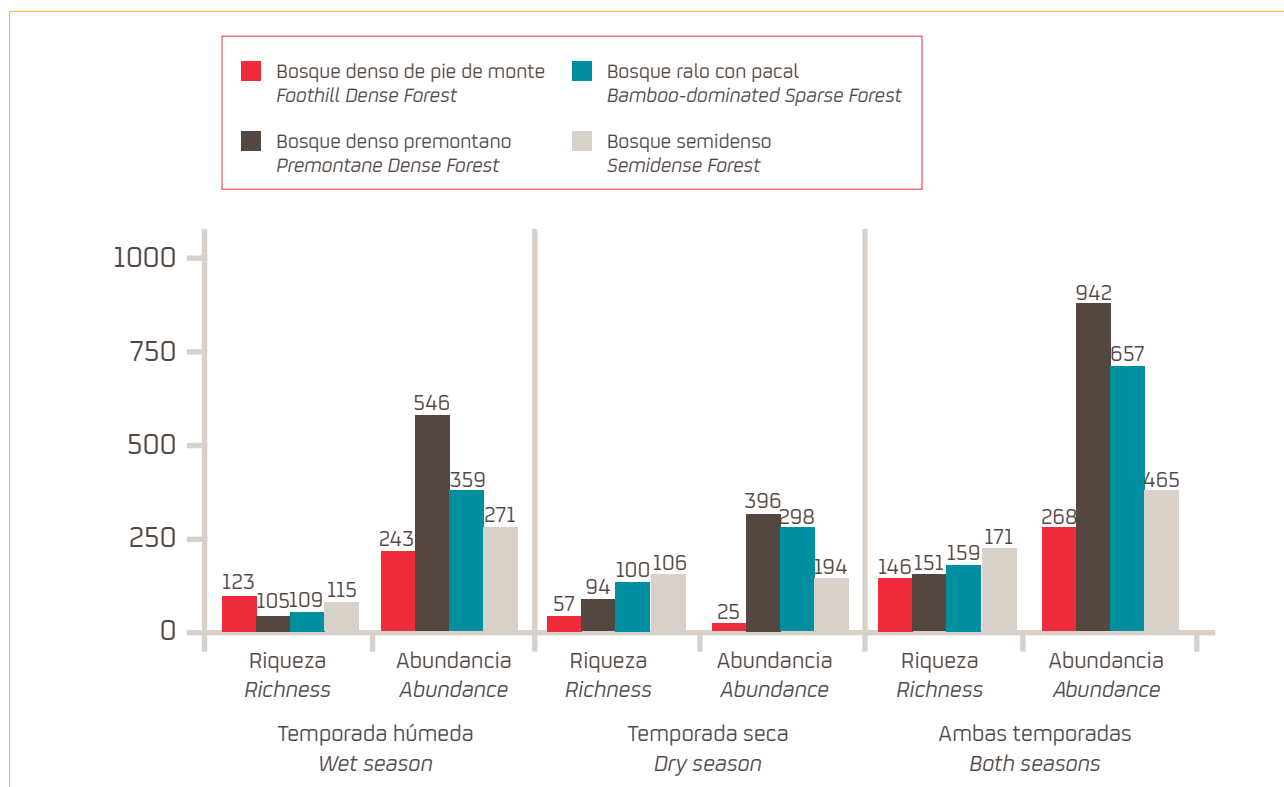
Regarding beetles, the “dung beetles” were dominant in both season [2332 individuals], with over 99 % of the recorded abundance, compared to the “predatory beetles” with only 6 individuals. As for “soil ants”, the richness was higher during the dry season [148 morphospecies], while the total number of morphospecies was 203.

The most abundant species were “dung beetles” *Deltochilum peruanum* with 556 individuals [24 %], followed by *Deltochilum howdeni* with 417 individuals [18 %] and *Deltochilum granulatum* with 277 individuals [12 %]. As for the “predatory beetles”, the most abundant species were *Dyscolus sp.1* [0.13 %], *Polpochila sp.1* [0.09%], *Galerita sp.1* and *Odontocheila sp.1* [0.04 %] (Figure 4).

The number of dung beetles was similar among vegetation units; however, regarding predatory beetles, no association with any vegetation unit was observed because the records were scarce. In the case of soil ants, an association by sampling season was observed in all vegetation units, which would indicate that ants are sensitive to seasons, because rain restrict markedly the colonies’ activities.

Figura 2. Riqueza y abundancia total de insectos por unidad de vegetación

Figure 2. Total Richness and Abundance of Insect per Vegetation Unit



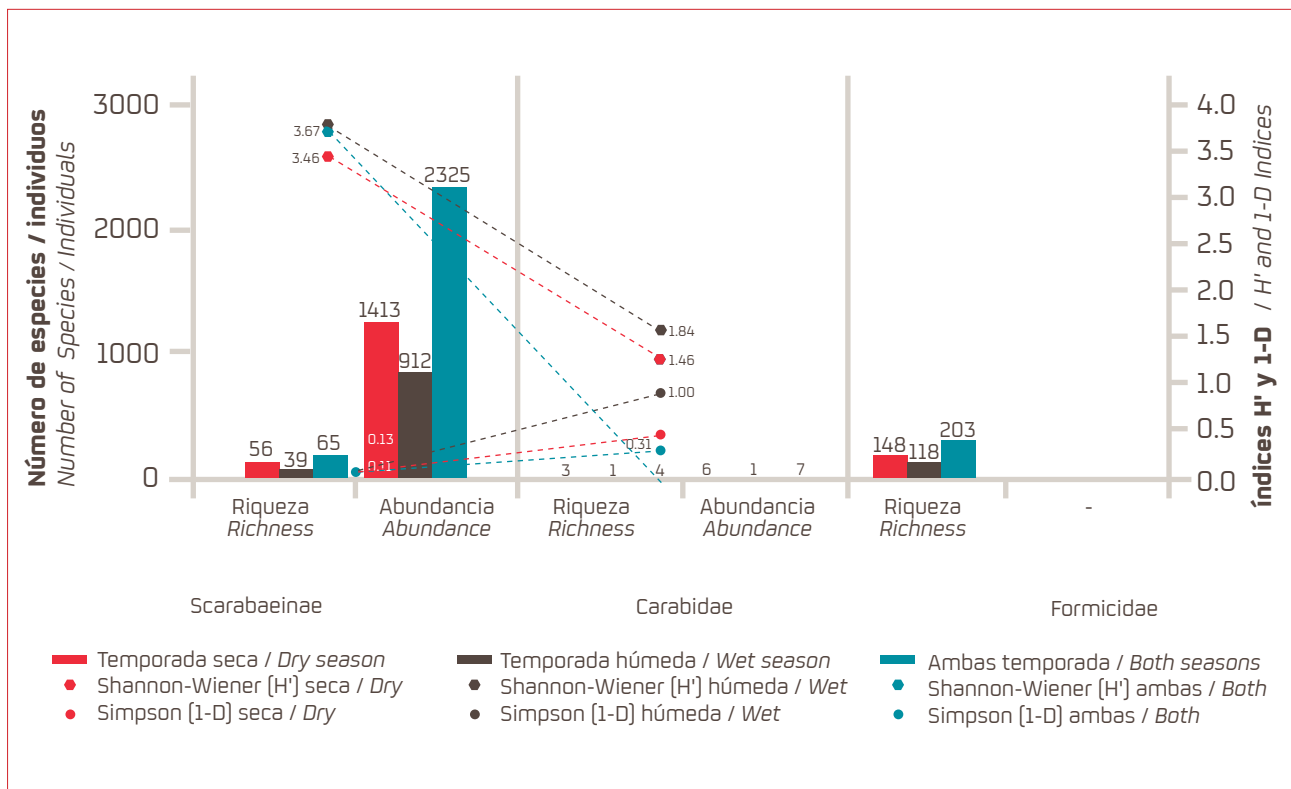
Los insectos son indicadores ambientales y además son útiles para las comunidades locales.

Insects are environmental indicators, and are useful for local communities as well.



Figura 3. Diversidad total por grupo taxonómico y temporada de evaluación

Figure 3. Total Diversity per Taxonomic Group and Assessment Season



más abundantes fueron *Dyscolus* sp.1 [0,13 %], *Polpochila* sp.1 [0,09 %], *Galerita* sp.1 y *Odontocheila* sp.1 [0,04 %] (Figura 4).

El número de escarabajos estercoleros fue muy similar entre las unidades de vegetación; sin embargo, en el caso de los escarabajos depredadores, no se observó ningún tipo de asociación con las unidades de vegetación, debido a que los registros fueron escasos. En el caso de las hormigas de suelo, se observó una asociación por temporada de muestreo en todas las unidades de vegetación, lo cual indicaría que las hormigas son sensibles a las temporadas, debido a que las lluvias restringen notoriamente la actividad de las colonias.

En cuanto a los usos tradicionales y a la importancia de las especies registradas, en el Cuadro 1 se muestra la síntesis de la información brindada por las comunidades aledañas a la RCM.

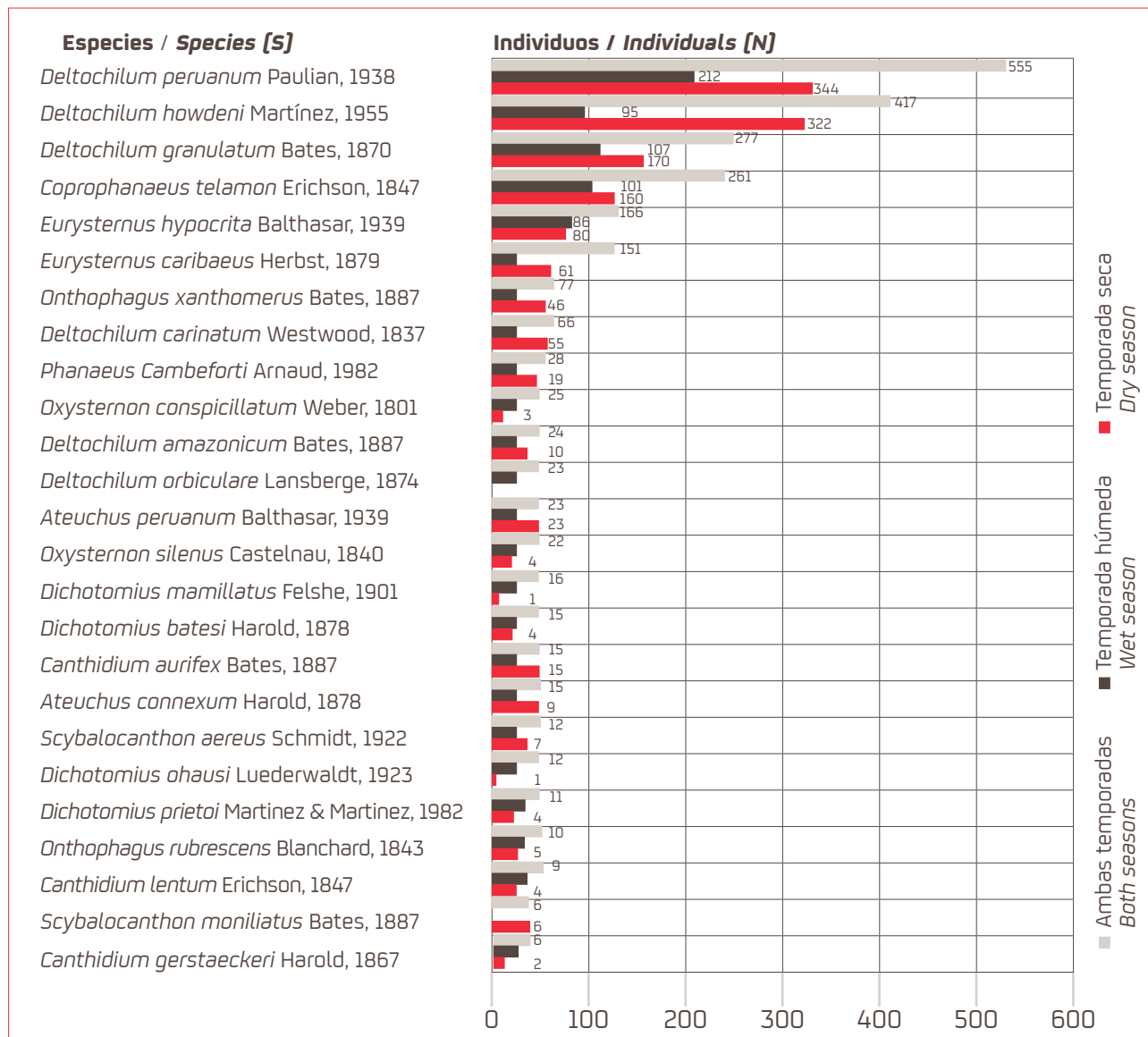
La “hormiga corta hoja” *Atta cephalotes*, es

With regards to the traditional uses and the importance of the recorded species, Table 1 summarizes the information given by the communities nearby the RCM.

The “leaf-cutting ant” *Atta cephalotes*, is consumed in its flying phase, even though it is not a widespread practice. However, this species might be considered as harmful, since their populations come to constitute serious pests on tropical crops. Besides, the “Bullet Ant” *Paraponera clavata*, is the largest and most dangerous species in the world; its sting inoculates a painful poison, even deadly for small animals. Another known ant is the “tanganana” *Pseudomyrmex triplarinus*, which lives in colonies on trees that are also called “tangananas” [*Triplaris* spp.]. These ants are very feared because despite its small size, the pain caused by its venom is so intense that the exposure to their bites is known as one of the most famous punishments that used to be practiced in ancient times, and that could even lead to

Figura 4. Composición de las especies más importantes de insectos por temporada de evaluación

Figure 4. Composition of the Most Important Species of Insects per Assessment Season



consumida en su fase voladora, aunque no es una práctica generalizada. No obstante, esta especie también puede ser considerada como perjudicial, pues sus poblaciones llegan a constituir serias plagas de cultivos tropicales. Por su parte, la “isula” *Paraponera clavata*, es una de las especies de hormiga más grandes y peligrosas del mundo, debido a que su aguijón inyecta un veneno muy doloroso, incluso mortal para pequeños animales. Otra hormiga conocida es la “tangerana” o

death. Moreover, the “army ant” *Eciton rapax*, is regarded as harmful because human beings might be strongly bitten by these ants. On the other hand, the “dung beetle” *Deltochilum orbiculare*, produces natural odors for self-defense that can be very pervasive and repulsive, but they also have medicinal value for local people. In addition, among the insects used as ornaments are dung beetles, which have striking colors, such as the species *Oxysternon conspicillatum*.

Pseudomyrmex triplarinus, que vive en colonias sobre árboles que también son llamados “tangaranas” *Triplaris* spp. Estas hormigas son muy temidas, porque a pesar de su pequeño tamaño, el dolor producido por su veneno es muy intenso, tanto así que la exposición a sus picaduras es conocida como uno de los castigos más famosos que se practicaban en la antigüedad, y que incluso podía llevar a la muerte. Asimismo, la “hormiga legionaria” o *Eciton rapax* es considerada dañina,

Dung beetles or “ishmatangas” are important, because they recycle waste, promote soil ventilation, fertilization of plants, seed dispersal and consumption of parasites [Howden & Nealis, 1975; Klein, 1989]. Therefore, dung beetles are very sensitive to the changes occurring in animals that produce the matter they consume [mammals, birds, etc.], which is the reason why they are regarded as indicators of diversity and are useful for monitoring ecological habitats

Cuadro 1. Especies de importancia para la población local en el área del estudio

Table 1. Important species to the local population within the study area

Familia Family	Especie Species	Nombre común Common Name	Nombre local* Local Name	Uso Use		
				A	O	M
Formicidae	<i>Atta cephalotes</i>	Hormiga corta hoja Leaf Cutting Ant	Sankori	x		
Formicidae	<i>Paraponera clavata</i>	Isula Bullet Ant	Maniji			x
Formicidae	<i>Pseudomyrmex triplarinus</i>	Tangarana	Kanai			x
Formicidae	<i>Eciton rapax</i>	Hormiga legionaria Burchell's Army Ant	Yai			x
Formicidae	Varias especies	Hormigas Ants	Sankori			x
Scarabaeinae	<i>Oxysternon conspicillatum</i>	Escarabajo del estiércol Scarab Dung Beetle	Ishmatanga		x	
Scarabaeinae	<i>Phanaeus cambeforti</i>	Escarabajo del estiércol Dung Beetle	Ishmatanga			x
Scarabaeinae	<i>Deltochilum orbiculare</i>	Escarabajo del estiércol Dung Beetle	Ishmatanga			x
Scarabaeinae	Varias especies Several Species	Escarabajo del estiércol Dung Beetle	Ishmatanga			x

A: alimento, O: ornamental, M: de uso medicinal

A: food, O: ornamental, M: medicinal use

pues los seres humanos pueden ser fuertemente mordidos por estas hormigas. Por otro lado, el “escarabajo estercolero” *Deltotichilum orbiculare*, produce olores naturales de defensa que pueden llegar a ser muy penetrantes y repulsivos, aunque, por otro lado, también tiene valor medicinal para los pobladores. Asimismo, entre los insectos utilizados como adornos se encuentran algunas especies de escarabajos estercoleros cuyos colores son llamativos, como la especie *Oxysternon conspiciatum*.

Los “escarabajos estercoleros” o “ishmatangas” son importantes, porque reciclan desechos, favorecen la ventilación de la tierra, la fertilización de plantas, la dispersión de semillas y el consumo de parásitos [Howden & Nealis, 1975; Klein, 1989]. Por ello, los escarabajos estercoleros son muy sensibles a los cambios que ocurren en los animales productores de la materia que ellos consumen [mamíferos, aves, etc.], razón por la cual son considerados como indicadores de diversidad y son útiles para el monitoreo ecológico de los hábitats [Halffter, 1991; Halffter & Favila, 1993; Celi & Dávalos, 2002; Audino *et al.*, 2014; Valencia, 2014; Tarasov & Génier, 2015].

En el caso de los escarabajos depredadores, estos por ocupar diversos ambientes son considerados bioindicadores de cualquier ecosistema terrestre [Ortuño & Marcos, 2003]. Numerosas especies son características de un determinado hábitat, pues dependen en gran medida de las condiciones del suelo, del sotobosque, de la cobertura vegetal, etc. [Borcard, 1982], por lo cual han sido propuestas para medir el impacto de las actividades humanas [Pearson & Casola, 1992]. Por otra parte, estos escarabajos se alimentan de insectos que son plagas, y debido a ello son considerados beneficiosos.

Finalmente, las hormigas de suelo pueden ser depredadoras, omnívoras o herbívoras [Davidson *et al.*, 2003], y sus actividades facilitan la descomposición de materia orgánica que se acumula en los bosques tropicales [Borror *et al.*, 1989], por lo que son importantes para el mantenimiento de los ciclos de nutrientes y otros procesos ecológicos.

Discusión y conclusión

En el presente estudio se ha registrado el 23 % de las especies de escarabajos de la subfamilia

[Halffter 1991; Halffter & Favila 1993; Celi & Dávalos, 2002; Audino *et al.*, 2014; Valencia, 2014; Tarasov & Génier, 2015].

With regards to “predatory beetles”, they are considered as bioindicators of any terrestrial ecosystem, since they occupy different environments, [Ortuño & Marcos, 2003]. Several species are characteristic of a particular habitat and they depend largely on soil conditions, the understory, the vegetation cover, etc. [Borcard, 1982], for which they have been proposed to measure the impact of human activities [Pearson & Casola, 1992]. On the other hand, these beetles feed of pest insects and that is why they are considered beneficial.

*Finally, soil ants can be predators, omnivores or herbivores [Davidson *et al.*, 2003], and their activities help the decomposition of organic matter that accumulates in tropical forests [Borror *et al.*, 1989], so they are important for the maintenance of nutrient cycles and other ecological processes.*

Discussion and Conclusion

*In the present study we registered 23 % of the species of beetles of the Scarabaeinae subfamily, known in Peru [Ratcliffe *et al.*, 2015]; and the 34 % of the species of ants recorded in Peru [Bezděčková *et al.*, 2015]. Moreover, compared to other localities of the Peruvian Amazon and Cusco, beetles from the subfamily Scarabaeinae recorded in the RCM represent near half [44 %] of the highest record obtained in the Lower and Upper Urubamba [Kuntur, 2011].*

*On the other hand, in the RCM, we observed an equivalent of 97 % of the ants species recorded in the Cocha Cashu Biological Station [Davidson, 2001], which is known as a megadiverse place worldwide. In addition, we recorded an equivalent of 83 % of the species recorded in the Madre de Dios region [Bezděčková *et al.*, 2015] which has the largest number of ants species recorded in Peru [Table 2].*

In conclusion, this study has contributed significantly to the knowledge of soil ants and dung beetles, and it has registered the greatest richness in these groups, compared to previous studies conducted



▲ Ejemplar macho de *Oxysternon conspicillatum* escarabajo estercolero o ishmatanga [imagen: G. Valencia].
Male specimen of "Dung beetle" or "ishmatanga" Oxysternon conspicillatum (picture: G. Valencia).

Scarabaeinae conocidos en Perú [Ratcliffe *et al.*, 2015], así como el 34 % de las especies de hormigas registradas en Perú [Bezděčková *et al.*, 2015]. Asimismo, en comparación con otras localidades de la Amazonía peruana y del Cusco, los escarabajos de la subfamilia Scarabaeinae registrados en la RCM representan cerca de la mitad (44 %) del mayor registro obtenido en el Bajo y el Alto Urubamba [Kuntur, 2011]. Por otro lado, en la RCM se registró un equivalente al 97 % de la riqueza de hormigas registrada en la estación biológica Cocha Cashu [Davidson, 2001], que es megadiverso a nivel mundial; y el equivalente al 83 % de las especies del departamento de Madre de Dios [Bezděčková *et al.*, 2015], que es el de mayor número de especies de hormigas registradas en Perú [Cuadro 2].

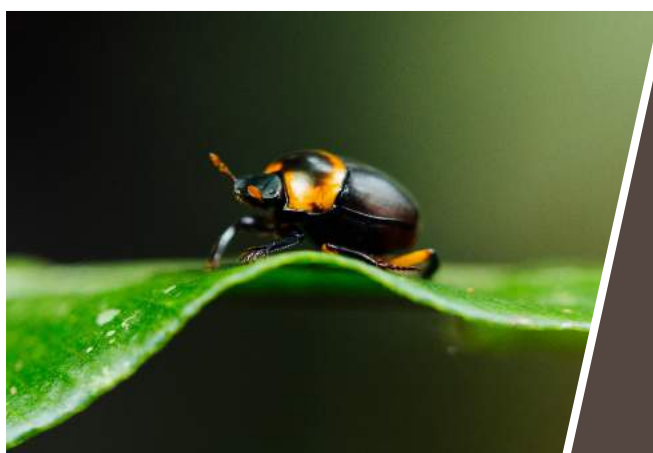
En conclusión, el presente estudio ha contribuido significativamente al conocimiento de las hormigas del suelo y de los escarabajos estercoleros, y en él se ha registrado la mayor riqueza de estos grupos, en comparación con otros estudios previos realizados en el área evaluada. Estos resultados reafirman la gran importancia de la biodiversidad de la RCM, tanto para las comunidades locales como para el ecosistema [Cuadro 2].

near the assessed area. These results reaffirm the importance of the RCM biodiversity, for both local communities and the ecosystem [Table 2].

Cuadro 2. Riqueza de Scarabaeinae y Formicidae en lugares cercanos al área de estudio

Table 2. Scarabaeinae and Formicidae Richness in Places Nearby the Study Area

Región <i>Region</i>	Lugar <i>Place</i>	Año <i>Year</i>	Riqueza de Scarabaeinae <i>Scarabaeinae richness</i>	Riqueza de Formicidae <i>Formicidae richness</i>	Fuente <i>Source</i>
Cusco	Bajo Urubamba <i>Lower Urubamba</i>	1997-1999 / 1997	88 ⁽¹⁾	121 ⁽²⁾	¹ Valencia, 2001; ² Alonso <i>et al.</i> , 2001
Madre de Dios	Cocha Cashu [Parque Nacional del Manu] <i>[Manu National Park]</i>	2004 / 2001	87 ⁽³⁾	209 ⁽⁴⁾	³ Larsen & Asenjo, 2004; ⁴ Davidson, 2001
Cusco	Bajo Urubamba <i>Lower Urubamba</i>	2006-2013	135	177	PMB Camisea Upstream; Valencia, 2014
Cusco	Reserva Comunal Machiguenga <i>Machiguenga Communal Reserve</i>	2007	68-62	189-145	Perú LNG [2007]
Cusco	Bajo y Alto Urubamba <i>Lower and Upper Urubamba</i>	2009-2010	148	169	Kuntur [2011]
Cusco	Bajo y Alto Urubamba <i>Lower and Upper Urubamba</i>	2004 / 2008-2011	71 ⁽⁵⁾	190 ⁽⁶⁾	⁵ Megantoni Cl. Larsen, 2004; ⁶ TGP, 2006; Valencia <i>et al.</i> , 2013.
Cusco	Bajo Urubamba <i>Lower Urubamba</i>	2011	109	48	Repsol Exploración Perú [2011]
Cusco	Sagari, Bajo Urubamba <i>Sagari, Lower Urubamba</i>	2015	63-59	157-129	Repsol Exploración Perú [2015]
Cusco	Reserva Comunal Machiguenga <i>Machiguenga Communal Reserve</i>	2014-2015	65	203	Repsol Exploración Perú [presente estudio]



Los insectos tienen uso alimenticio, medicinal y ornamental para las comunidades.

Insects have food, medicinal and ornamental use for communities.

Referencias bibliográficas / References

- Alonso, L.; Kaspari, M. & Alonso, A. [2001]. Assessment of the Ants of the lower Urubamba Region, Peru. En: F. Dallmeier, A. Alonso & P. Campbell. [ed.], *Urubamba: The Biodiversity of a Peruvian Rainforest* (pp. 87-93). Washington, D.C.: Smithsonian Institution.
- Audino, L.D.; Louzada, J. & Comita, L. 2014. Dung beetles as indicators of tropical forest restoration success: Is it possible to recover species and functional diversity? *Biological Conservation*, 169: 248-257.
- Bezděčková, K.; Bezděčka, P. & Machar, I. [2015]. A checklist of the ants (Hymenoptera: Formicidae) of Peru. *Zootaxa*, 4020 [1]: 101-133.
- Borcard, D. [1982]. Étude des communautés de Carabidae (Coleoptera) dans quelques associations forestières de la région neuchâtelaise: aspects statistiques. *Bulletin de la Société entomologique Suisse*, 55: 169-179.
- Borror, D.; Triplehorn, C. & Johnson, N. [1989]. *An introduction to the study of insects*. Philadelphia: Saunders College Publishing.
- Celi, J. & Dávalos, A. [2002]. *Manual de monitoreo: los escarabajos pelateros como indicadores de la calidad ambiental*. Quito, Ecuador: EcoCiencia.
- Costello, M.J.; Wilson, S. & Houlding, B. [2012]. Predicting total global species richness using rates of species description and estimates of taxonomic effort. *Systematic Biology*, 61(5): 871-883.
- Davidson, D.W. 2001. *Cocha Cashu Ants. A species list (March, 2001)*. Recuperado de http://people.duke.edu/~manu/Home/list_of_species/ants.htm. Estación Biológica Cocha Cashu.
- Davidson, D.W.; Cook, S.C.; Snelling, R.R. & Chua T.H. [2003]. Explaining the abundance of ants in lowland tropical rainforest canopies. *Science*, 300: 969-972.
- Halffter, G. [1991]. Historical and ecological factors determining the geographic distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomológica Mexicana*, 82:195-238.
- Halffter, G. & Favila, M.E. [1993]. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera): An animal group for analyzing, inventorying, and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology Internacional*, 27: 15-21.
- Howden, H.F. & V.G. Nealis. [1975]. Effects of clearing in a tropical rain forest on the composition of coprophagous scarab beetle fauna (Coleoptera). *Biotropica*, 7(2): 77-83.
- Klein, B.C. [1989]. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. *Ecology*, 70(6): 1715-1725.
- Kuntur. [2011]. *Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Sistema de Transporte Andino del Sur*. Lima, Perú: Kuntur Transportadora de Gas S.A.C. [Elaborado por Walsh Perú S.A.].
- Larsen, T. [2004]. Dung Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). En: *Perú: C. Vriesendorp, L. Rivera, D. Moskovits & J. Shoplund (eds.). Megantoni. Rapid Biological Inventories Report 15*. Chicago: The Field Museum.
- Larsen, T. & Asenjo, A. [2004]. *Cocha Cashu Dung Beetles Species. Perú (March 2004)*. Recuperado de: http://people.duke.edu/~manu/Home/list_of_species/dungbeetles.htm.
- Martin, J.E.H. [1977]. *The Insects and Arachnids of Canada. Pt. 1. Collecting, preparing, and preserving insects, mites, and spiders*. Canada Department of Agriculture, Biosystematics Research Institute, 1643: 1-182.
- Missa, O.; Basset, Y.; Alonso, A.; Miller, S.E.; Curletti, G.; De Meyer, M.; Eardley, C.; Mansell, M.W. & Wagner, T. [2009]. Monitoring arthropods in a tropical landscape: relative effects of sampling methods and habitat types on trap catches. *Journal of Insect Conservation*, 13(1): 103-118.
- McKenzie, D.H.; Hyatt, D.E. & McDonald, V.J. [1995]. *Ecological indicators*. Londres, Inglaterra: Chapman and Hall.
- Oldroyd, H. [1970]. *Collecting, preserving and studying insects*. Londres, Inglaterra: Hutchinson & Co.
- Ortuño, V.M. & Marcos, J.M. [2003]. *Los Caraboidea (Insecta. Coleoptera) de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Vitoria-Gasteiz, España: Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.
- Pearson, D.L. & Cassola, F. [1992]. World-wide species richness partners of Tiger Beetles (Coleoptera: Cicindelidae): Indicator taxon for biodiversity and conservation studies. *Conservation Biology*, 6: 376-391.

- Perú LNG. [2007]. *Estudio sobre recursos naturales y medio ambiente en la Reserva Comunal Machiguenga*. Lima, Perú: Perú LNG. [Elaborado por Walsh Perú S.A.].
- Ratcliffe, B.C.; Jameson, M.L.; Figueroa, L.; Cave, R.D.; Paulsen, M.J.; Cano, E.B.; Beza-Beza, C.; Jiménez-Ferbans, L., & Reyes-Castillo, P. [2015]. Beetles (Coleoptera) of Peru: A survey of the families. Scarabaeoidea. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 88(2): 186-207.
- Noss, R.N. [1990]. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4: 355-364.
- Repsol Exploración Perú. [2011]. *Estudio de Impacto Ambiental [EIA] para el proyecto de desarrollo del Campo Kinteroni-Lote 57*. Lima, Perú: Repsol [Elaborado por Walsh Perú S.A.].
- Repsol Exploración Perú. [2015]. *Estudio de Impacto Ambiental [EIA] para el proyecto de desarrollo del Campo Sagari-Lote 57*. Lima, Perú: Repsol [Elaborado por Walsh Perú S.A.].
- Spellerberg, I.F. [1993]. *Monitoring ecological change*. Londres, Inglaterra: Cambridge University Press.
- Stork, N.E.; McBroom, J.; Gely, C. & Hamilton, A.J. [2015]. New approaches narrow global species estimates for beetles, insects, and terrestrial arthropods. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(24): 7519-7523.
- Tarasov, S. & Génier, F. [2015]. Innovative Bayesian and parsimony phylogeny of dung beetles (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) enhanced by ontology-based partitioning of morphological characters. *PLOS ONE*, 10(3): 1-86.
- TGP. [2006]. *Informe de implementación del Programa de Monitoreo de la Biodiversidad [PMB] - Zona de selva componente Downstream. Fase de estudio piloto [primer año] 2005*. Lima, Perú: Transportadora de Gas del Perú.
- Valencia, G. & Alonso, A. [1997]. Beetles (Coleoptera: Scarabaeidae): Biodiversity assessment in the lower Urubamba región. En: F. Dallmeier & A. Alonso, [eds.], *Biodiversity assessment and monitoring of the Lower Urubamba Región, Perú: San Martín-3 and Cashiriari-2 Well sites*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution.
- Valencia, G. [2001]. Diversity and trophic relationships of dung beetles of the well sites from Lower Urubamba Región, Perú. En: F. Dallmeier A. Alonso & P. Campbell. [eds.], *Urubamba: The Biodiversity of a Peruvian Rainforest* [pp. 121-127]. Washington, D.C.: Smithsonian Institution.
- Valencia, G.; Aguerre, G.; Juárez, M.C.N.S.; Concha, R.D. & Cárdenas, M. [2013]. Los Formicidae de la primera fase del monitoreo de un gasoducto en la amazonia de Cusco, Perú. *Entomología Mexicana*, 12: 728-733.
- Valencia, G. [2014]. Métodos y técnicas de muestreo empleadas para el monitoreo de la entomofauna en el Programa de Monitoreo de la Biodiversidad en Camisea. En: *Programa de Monitoreo de la Biodiversidad en Camisea, Metodologías para el monitoreo de la biodiversidad en la amazonía. Experiencias en el Programa de Monitoreo de la Biodiversidad en el área del Proyecto Camisea* [pp. 47-60]. Lima, Perú: Programa de Monitoreo de la Biodiversidad en Camisea.



A close-up photograph of a person's hand holding several small, silver fish. The hand is positioned in the center of the frame, with the fingers gently cupping the fish. The fish are small and have a silvery, reflective surface. The background is a soft, out-of-focus green, suggesting an outdoor setting. The overall composition is clean and focused on the aquatic organisms.

ORGANISMOS ACUÁTICOS

Aquatic Organisms

Organismos acuáticos

Aquatic Organisms

// Blanca Rengifo, Margot Panta-Corzo, Jaime Mansilla
& Fernando Takano //

Introducción

Las cuencas andinas comprenden una porción menor de la superficie total de la cuenca amazónica, sin embargo, contribuyen con gran parte de la descarga total de la Amazonía (40 %; Goulding *et al.*, 2003) y traen grandes cargas de sedimentos inorgánicos, así como carbono orgánico hacia las tierras bajas [Aufdenkampe *et al.*, 2001; Townsend-Small *et al.*, 2008; Laraque *et al.*, 2009]. A pesar de la importancia y de la información disponible sobre los ríos andino-amazónicos, todavía hay mucho por conocer en cuanto a la taxonomía y la geografía de muchas especies, así como de los procesos ecológicos longitudinales que pueden afectar la distribución de las especies a través de la continuidad fluvial de los Andes hasta el Amazonía.

Asimismo, los ríos andino-amazónicos enfrentan una serie de amenazas, incluyendo el cambio climático [Maldonado *et al.*, 2011] y los impactos antropogénicos que parecen estar expandiéndose más rápidamente que en cualquier otra área de la cuenca amazónica [Anderson & Maldonado-Ocampo, 2011]. En este contexto, las áreas naturales protegidas constituyen un reservorio de biodiversidad, así como una salvaguarda de los bienes y de servicios ecosistémicos para las comunidades nativas que en ellas habitan.

Durante muchos años, previo al establecimiento del Área Natural Protegida [ANP], la región del Bajo Urubamba era vista como uno de los lugares poco alterados de la selva amazónica. No obstante, a finales de la década de 1990, esta región adquirió relevancia a raíz de las exploraciones y hallazgos de gas natural de Camisea. Los estudios de la enorme riqueza biológica y cultural del área sirvieron de base para el establecimiento del Parque Nacional Otishi, de la Reserva Comunal Ashaninka y de la Reserva Comunal Machiguenga, denominados en conjunto "Complejo Vilcabamba" en el año 2003.

Introduction

Andean basins comprise a minor portion of the total area of the Amazon basin, although they contribute with a big part of the total discharge into the Amazon (40%; Goulding et al., 2003), and also bring large loads of inorganic sediments, as well as organic carbon to the lowlands (Aufdenkampe et al., 2001; Townsend-Small et al., 2008; Laraque et al., 2009). Despite their importance and the available information about the Andean-Amazonian Rivers, there is still much to learn in terms of species and their taxonomy and geography, as well as the longitudinal ecological processes that may affect the distribution of species through the fluvial continuity from the Andes to the Amazon.

Furthermore, Andean-Amazonian rivers face a number of threats, including climate change (Maldonado et al., 2011) and anthropogenic impacts that appear to be expanding faster than in any other area of the Amazon Basin (Anderson & Maldonado-Ocampo, 2011). In this context, protected areas constitute a reservoir of biodiversity, as well as a safeguard of goods and ecosystem services to native communities that inhabit them.

For many years, before the establishment of the Natural Protected Area (ANP), the Lower Urubamba region was regarded as one of the places with little anthropic disturbance within the Amazon rainforest. Nevertheless, at the end of the 1990s, this region started to gain relevance due to explorations and the discovery of natural gas in Camisea. Studies of the enormous biological and cultural richness of the area served as a basis for the establishment of the Otishi National Park, the Ashaninka Communal Reserve and the Machiguenga Communal Reserve, collectively called "The Vilcabamba Complex" in 2003.

En ese sentido, el presente trabajo describe por primera vez la estructura de las comunidades acuáticas de plancton, perifiton, bentos y peces de las cuencas principales de la RCM, y también analiza la composición y abundancia de las comunidades acuáticas.

Método

Se seleccionaron 4 cuerpos de agua principales: el río Sensa, el río Huitiricaya, el río Yali (también conocido como Yori) y el río Miaria entre las cuencas principales de la red hidrográfica de la RCM y sus tributarios y afluentes relacionados de tercer orden, siguiendo el principio de río continuo [Vanotte, 1980].

Las cuencas evaluadas se encuentran en bosques amazónicos bajos, desde los 300 hasta los 700 m de altitud, que son característicos de la RCM. Asimismo, todos los hábitats acuáticos comprendidos en la evaluación fueron lóticos (i.e., hábitats de agua en movimiento constante), como ríos y quebradas. En ambas temporadas (húmeda y seca) se evaluaron en total 12 estaciones de muestreo distribuidas en los diferentes hábitats de ríos y quebradas.

In this regard, the present work describes, for the first time, the structure of aquatic communities of plankton, periphyton, benthos and fish of the major basins of the RCM, and also analyzes the composition and abundance of those aquatic communities.

Method

Four major water bodies were selected: Sensa, Huitiricaya, Yali (also known as Yori) and Miaria Rivers, among major basins of the hydrographic network of the RCM and its related third-order tributaries and affluents, following the principle of continuous river [Vanotte, 1980].

The assessed basins are located in Lowland Amazonian Forests from 300 to 700 m.a.s.l. which are typical of the RCM. Moreover, all aquatic habitats included in the evaluation were lotic (i.e., flowing-water habitats), such as rivers and streams. In both, wet and dry seasons, a total of 12 sampling stations were surveyed, and they were distributed in different habitats of rivers and streams.



Peces colectados mediante la red de arrastre. / Some fish collected by means of a trawl net. ▲

Cuadro 1. Número de especies hidrobiológicas por cuenca en el área de estudio

Table 1. Number of Hydrobiological Species per Basin in the Study Area

Comunidad Hidrobiológica <i>Hydrobiological Community</i>	Grupo <i>Group</i>	Río Miaría <i>Miaría River</i>	Río Sensa <i>Sensa River</i>	Río Huitiricaya <i>Huitiricaya River</i>	Río Yali <i>Yali River</i>	Subtotal	Total
Plankton	Fitoplancton / <i>Phytoplankton</i>	5	7	2	6	15	25
	Zooplancton / <i>Zooplankton</i>	3	4	1	4	10	
Periphyton	Microalgas / <i>Microalgae</i>	3	11	6	5	16	24
	Microinvertebrados / <i>Microinvertebrates</i>	2	4	2	7	8	
Benthos	Macroinvertebrados <i>Macroinvertebrates</i>	14	15	8	18	26	26
Nekton	Peces <i>Fish</i>	20	22	6	18	32	32
Número total de especies hidrobiológicas / <i>Total number of hydrobiological species</i>							107

Resultados

La comunidad hidrobiológica registrada fue de 107 especies en total, entre plancton, perifiton, bentos y necton [peces] [Cuadro 1].

El plancton está constituido por organismos microscópicos que viven suspendidos en el agua y que se mueven o trasladan a merced de la corriente de los ríos y quebradas. De este grupo se registraron 25 especies: 15 de fitoplancton y 10 de zooplancton.

Las comunidad fitoplanctónica hallada se agrupa en 6 divisiones: Ochrophyta, Cyanobacteria, Charophyta, Chlorophyta, Euglenida y Dinophyta. De ellas, Ochrophyta fue la de mayor riqueza [5 especies, 31 % del total] y abundancia [1400 individuos, 27 % del total] en todas las cuencas evaluadas. Este grupo constituye una fuente importante de proteínas para los peces iliofagos o detritívoros y responsables de la productividad primaria de diatomeas, las cuales sirven de alimento para el zooplancton [Prescott, 1975]. Asimismo, en la cuenca del río Sensa se registró el mayor número de especies de

Results

The recorded hydrobiological community consisted of 107 species, among plankton, periphyton, benthos and nekton [fish] [Table 1].

Plankton consists of microscopic organisms that live suspended in water and might move either by themselves or at the mercy of rivers and streams. Twenty five species were recorded: 15 species of phytoplankton and 10 species of zooplankton.

The phytoplankton community was grouped into 6 divisions: Ochrophyta, Cyanobacteria, Charophyta, Chlorophyta, Euglenida and Dinophyta. Among them, Ochrophyta was the richest [5 species, 31 %] and the most abundant [1400 individuals, 27 %] in all basins evaluated. This group is an important source of protein for iliophagous and detritivorous fish that are responsible for the diatom primary productivity, which serve as food for zooplankton [Prescott, 1975]. Also, in the Sensa River basin, the largest number of species of phytoplankton was recorded, while the highest abundance of this group was found in the Yali River basin.

fitoplancton, mientras que la mayor abundancia de este grupo se encontró en la cuenca del río Yali.

En cuanto al zooplancton, este grupo fue constituido por las divisiones Amoebozoa, Rotifera, Cercozoa, Nematomorpha, Arthropoda y Ciliophora. La división Amoebozoa o “amebas” fue la de mayor riqueza [4 especies, 40 % del total] y abundancia [63 individuos, 70 % del total]. A nivel de cuencas, los ríos Sensa y Yali presentaron la mayor riqueza específica [6 especies] y el río Yali fue el de mayor abundancia, con predominio de las “amebas”.

El perifiton es una comunidad compleja compuesta por algas, bacterias, hongos, animales y detritos [orgánicos e inorgánicos] que se encuentran asociados a un sustrato [piedras, troncos, hojas, raíces, etc.] y son de gran importancia en la ecología de las quebradas y ríos [Montoya-Moreno & Aguirre, 2013]. De este variado grupo se registraron 24 especies [16 microalgas y 8 microinvertebrados], de las cuales el mayor número [7] se registró tanto en la cuenca del río Miaria como en la del río Yali, mientras que en la cuenca del río Sensa se registró el mayor número de especies de microalgas y en la cuenca del río Yali se contabilizó el mayor número de especies de microinvertebrados.

As for zooplankton, this group was formed by the divisions Amoebozoa, Rotifera, Cercozoa, Nematomorpha, Arthropoda and Ciliophora. The division Amoebozoa division or “amoeba” was the richest [4 species, 40 %] and the most abundant [63 individuals, 70 %]. At the basin level, Sensa and Yali Rivers had the highest species richness [6 species] and the Yali River had the one with the largest abundance, with a predominance of “amoeba”.

Perifiton is a complex community, consisting of algae, bacteria, fungi, animals and detritus [organic and inorganic] that are associated with a substrate [stones, stems, leaves, roots, etc.] and they are very important to the ecology of streams and rivers [Montoya-Moreno & Aguirre, 2013]. Twenty four species [16 microalgae and 8 microinvertebrates] were recorded, among which the largest number [7] was recorded both in the Miaria and Yali Rivers' basins. In addition, in the Sensa River basin the highest number of microalgae species was recorded, while the Yali River had the largest number of microinvertebrates species.

Figura 1. Abundancia de fitoplancton por división taxonómica y por cuenca

Figure 1. Phytoplankton Abundance per Taxonomic Division and Basin

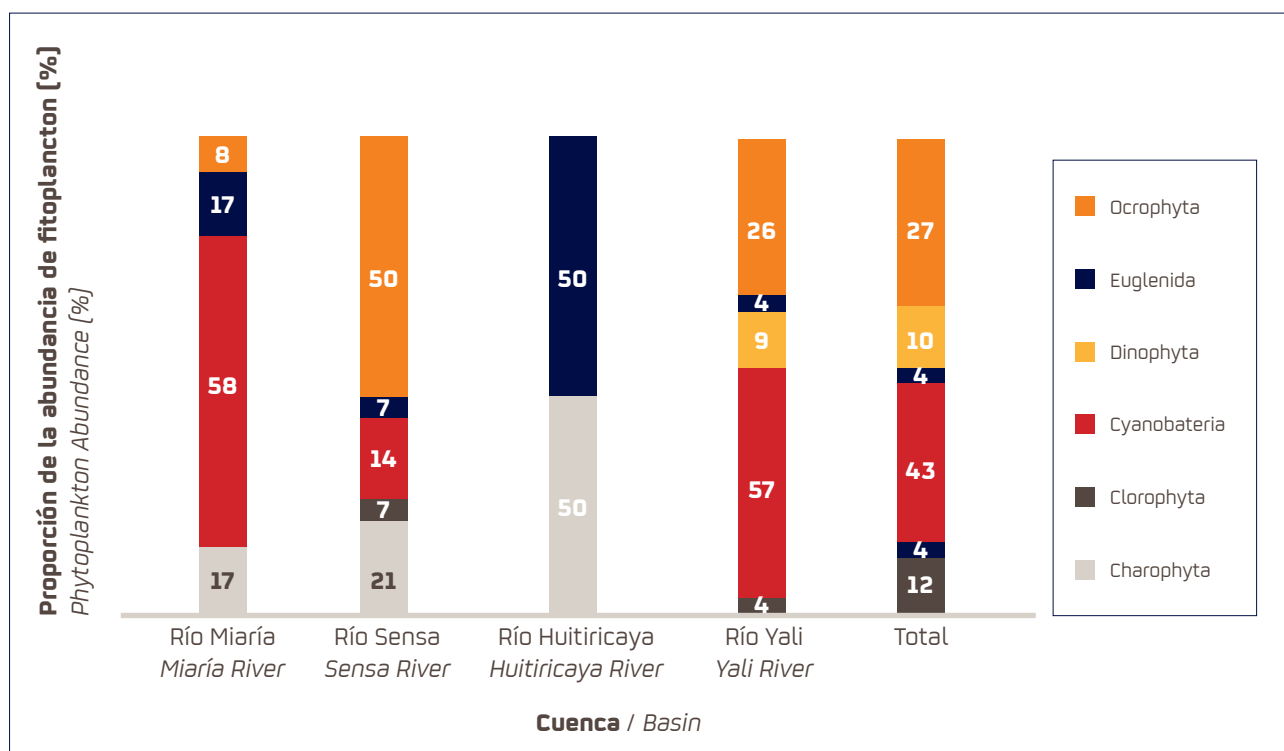
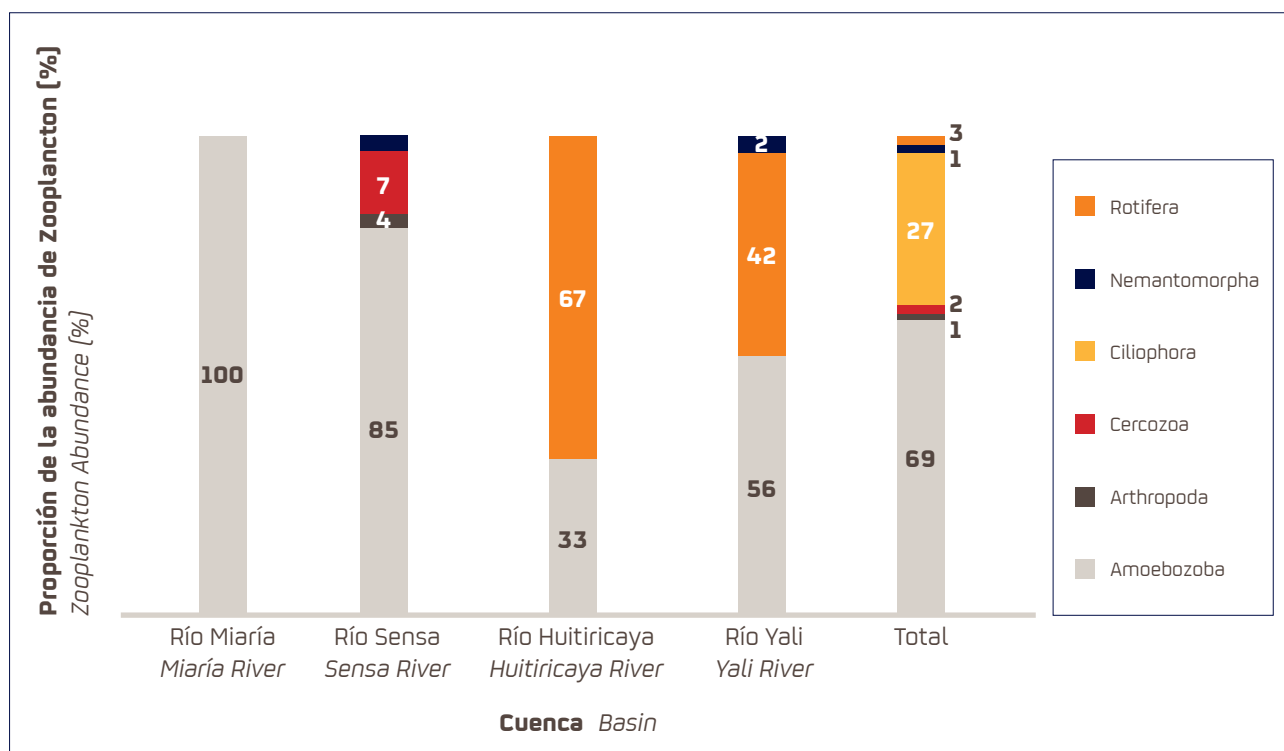


Figura 2. Abundancia de zooplancton por taxón y por cuenca

Figure 2. Zooplankton Abundance per Taxon and Basin



La mayoría de las microalgas pertenecieron a la división Ochrophyta [9 especies, 56 %], cuya predominancia está relacionada con su capacidad de desarrollar estructuras de adhesión en los diferentes tipos de sustratos que presentan los cuerpos de agua evaluados cuando disminuye su caudal. Asimismo, las microalgas de la división Ochrophyta fueron también las más abundantes [6200 individuos, 48 %] y ubicuas [Figura 3]; por otro lado, se halló una mayor cantidad de microalgas en la cuenca del río Sensa.

Con respecto a los microinvertebrados, se registraron 8 especies de las divisiones Amoebozoa [4 especies, 50 %], Rotifera [2 especies, 25 %] y Ciliophora [2 especie, 25 %]. A nivel de las cuencas, los cuerpos de agua del río Yali presentaron el mayor número de especies [7] [Cuadro 1] y la mayor abundancia [54 individuos]. Por otro lado, las “amebas” de la división Amoebozoa fueron la de mayor abundancia [59 individuos, 69 %] y las más ubicuas [Figura 4].

Most of the microalgae belonged to the division Ochrophyta [9 species, 56%], whose predominance is related to its ability to develop adhesive structures in different types of available substrates, when the water flow decreases. Moreover, the division Ochrophyta was also the most abundant [6200 individuals, 48%] and ubiquitous [Figure 3]; on the other hand, the highest amount of microalgae was found in the Sensa River basin.

Regarding microinvertebrates, 8 species corresponding to the divisions Amoebozoa [4 species, 50 %], Rotifera [2 species, 25 %] and Ciliophora [2 species or 25 %] were recorded. At the basin level, the Yali River water bodies had the highest number of species [7] and the highest abundance [54 individuals] [Table 1]. On the other hand, the “amoeba” of the Amoebozoa division were the most abundant [59 individuals, 69 %] and ubiquitous [Figure 4].

The benthic community is mainly composed of macroinvertebrate organisms [aquatic insects,

La comunidad del bentos está constituida principalmente por organismos macroinvertebrados (insectos acuáticos, larvas, crustáceos y gusanos) que viven asociados al fondo de los ríos y quebradas. Actualmente, los organismos macroinvertebrados se consideran como los mejores bioindicadores de la calidad del agua (Lozano, 2005). Se registraron 26 especies de las divisiones Arthropoda y Coelenterata, y dentro de la primera, el grupo predominante fue el de los insectos acuáticos (clase Insecta; 24 especies, 92 % del total). El número de especies de bentos fue mayor en la cuenca del río Yali, donde se registraron 18 especies. Asimismo, entre los insectos se registraron especies indicadoras de aguas limpias como las de los órdenes Plecoptera [4 %], Trichoptera [15 %] y Ephemeroptera [19 %]. Cabe señalar que los insectos incluidos en esta evaluación son acuáticos en su fase larvaria y viven sobre un sustrato duro, ya sea en estado sedentario, como las especies de los órdenes Odonata, Plecoptera y Megaloptera; o de forma sésil, como en el caso de las especies de los órdenes Trichoptera y Diptera. Con respecto a las cuencas evaluadas se observó que el número de especies bentónicas fue mayor en el Río Yali [18 especies, 69 % del total] [Cuadro 1].

larvae, crustaceans and worms) that live at the bottom of rivers and streams. Currently, the macroinvertebrate organisms are considered the best bioindicators of water quality (Lozano, 2005). Twenty six species of the divisions Arthropoda and Coelenterata were recorded, and within the former the predominant group consisted of aquatic insects [class Insecta, 24 species, 92 %]. The number of benthic species was the highest in the Yali River basin, where 18 species were recorded. Moreover, among insects, we recorded clean water indicator species, such as those of the orders Plecoptera [4 %], Trichoptera [15 %] and Ephemeroptera [19 %]. It should be noted that insects included in this assessment are aquatic in their larval stage and live on hard substrates, either in a sedentary [orders Odonata, Plecoptera and Megaloptera] or sessile state [orders Diptera and Trichoptera]. Regarding the surveyed basins, we observed that the number of benthic species was higher in the Yali River [18 species, 69 %] [Table 1].

With regards to the benthic organisms, although there is a homogeneous distribution within the orders, most sampling stations were different

Figura 3. Abundancia de microalgas por taxón y por cuenca

Figure 3. Microalgae Abundance per Taxon and Basin

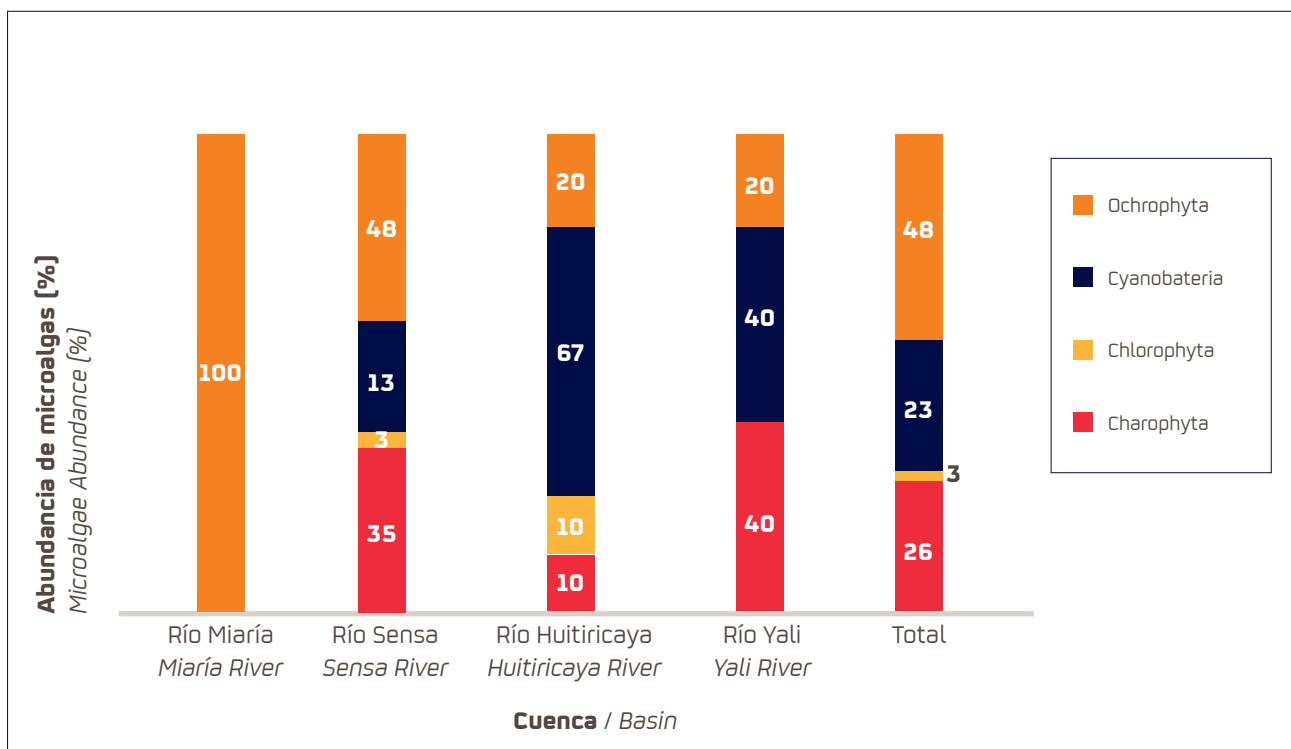
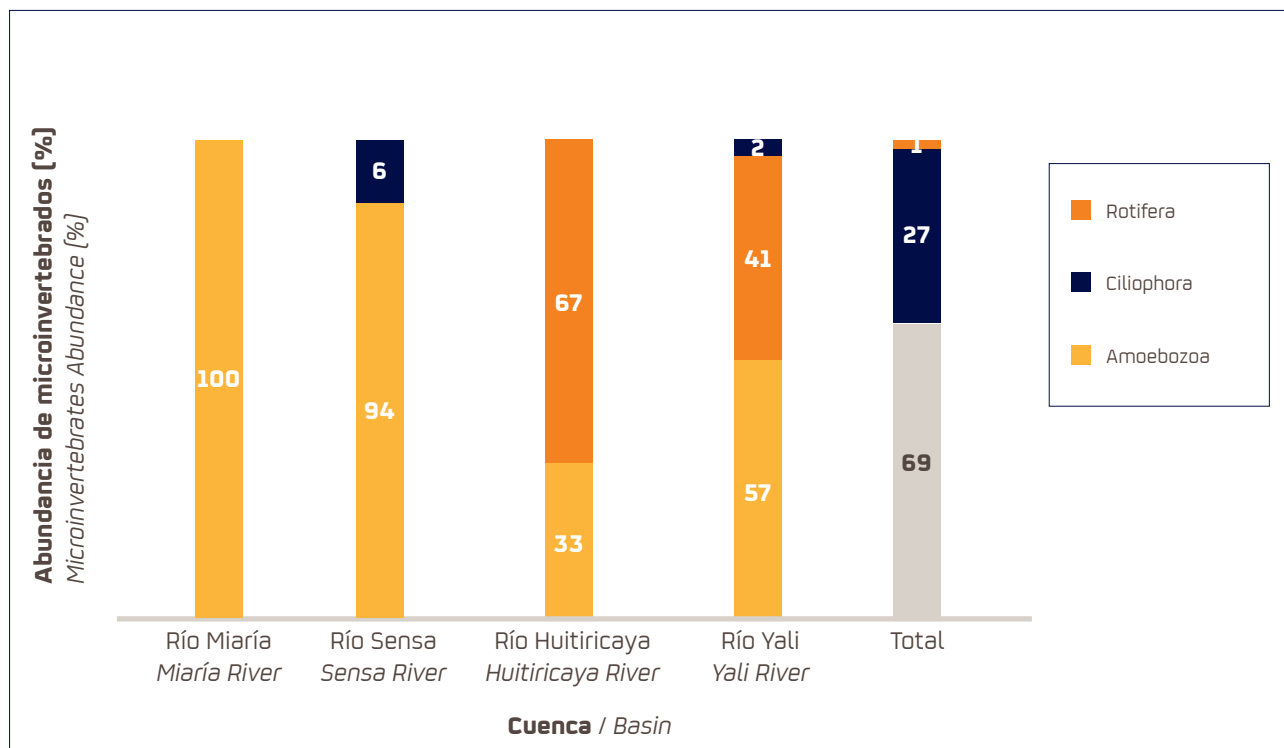


Figura 4. Abundancia de microinvertebrados por taxón y por cuenca

Figure 4. Microinvertebrates' Abundance per Taxon and Basin



En el caso de los organismos bentónicos, si bien existe una distribución homogénea dentro de los órdenes, la mayoría estaciones de muestreo fueron distintas en cuanto a su composición de especies, lo que se debe al alto porcentaje de recambio de especies entre cuencas. Asimismo, el grupo más diverso y ubicuo fue el de los insectos, ya que estuvo presente en todas las cuencas, así como en todas las estaciones evaluadas. Por otro lado, los valores de abundancia fueron mayores la cuenca del río Sensa.

En cuanto a la evaluación de necton, se registraron 32 especies de peces, agrupadas en 3 órdenes: Characiformes (peces con escamas), Siluriformes (bagres) y Perciformes (cichlidos o peces con espinas en las aletas) [Cuadro 1]. Los peces escamosos representaron el 72 % del total con 23 especies, seguidos por los “bagres” con 7 especies (22 %), y finalmente por los peces con espinas en las aletas” con 2 especies (6 %). Por su parte, la riqueza fue mayor en la cuenca del río Sensa (22 especies, 70 % del total), dado que en esta cuenca

from each other with respect to their species composition, which might be due to the high percentage of turnover between basins. In addition, the most diverse and ubiquitous group was the insects as they were present in all basins, as well as in all assessed stations. On the other hand, abundance values were the highest in the Sensa River basin.

As for the evaluation of nekton, 32 species of fish, grouped into 3 orders were recorded: Characiformes (Fish with Scales), Siluriformes (Catfish) and Perciformes (Cichlids or Fish with Spines in the Fin) [Table 1]. “Fish with Scales” accounted for 72 % with 23 species, followed by “Catfish” with 7 species (22 %), and by “Spiny-finned Fish” with 2 species (6 %). Furthermore, richness was higher in the Sensa River basin (22 species, 70 %), due to the greater sampling effort (5 stations) made in this basin, although the number of individuals was higher in the Yali River basin. Moreover, most of the species and also the largest number of individuals (Figure 6) corresponded to the group of “Fish with Scales”.

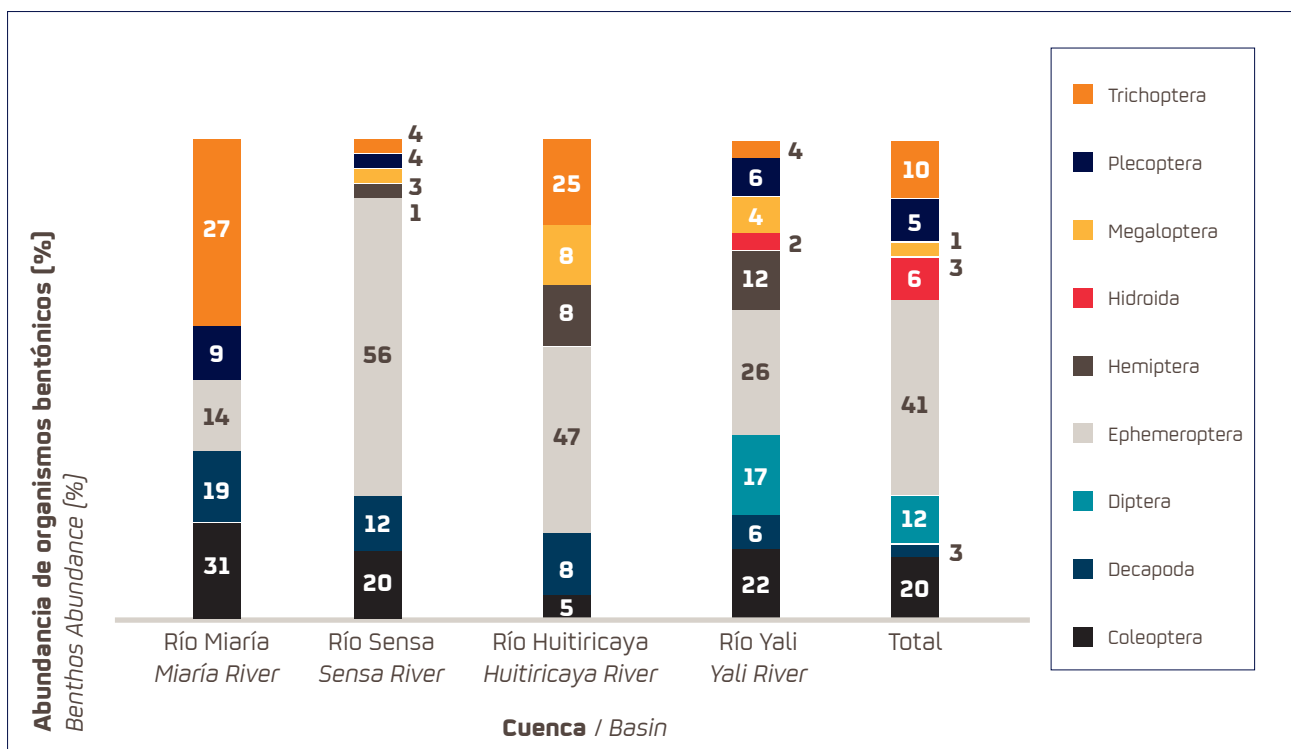
hubo un mayor esfuerzo de muestreo [5 estaciones], aunque el número de individuos fue mayor en la cuenca del río Yali. Asimismo, la mayor parte de las especies y el mayor número de individuos [Figura 6] correspondieron al grupo de “peces con escamas”.

Entre las especies de “peces con escamas” se encontraron *Knodus spp.*, *Hemibrycon jelskii*, *Odontostilbe fugitiva*, *Ceratobranchia obtusirostris* y *Creagrutus changae*. Estas especies son abundantes en ambientes acuáticos de aguas blancas y fueron colectadas en la mayoría de estaciones evaluadas. Con respecto a los hábitos alimenticios de los peces colectados, se encontraron 4 categorías tróficas, de las cuales el grupo de los omnívoros fue el de mayor número de especies e individuos [Cuadro 2].

Among the species of “fish with scales” Knodus spp., Hemibrycon jelskii, Odontostilbe fugitiva, Ceratobranchia obtusirostris and Creagrutus changae were found. These species are abundant in white water aquatic environments and were collected in most of the assessed stations. Regarding the eating habits of the collected fish, 4 trophic categories were found, of which the omnivores had the highest number of species and individuals [Table 2].

Figura 5. Abundancia de organismos bentónicos por taxón y por cuenca

Figure 5. Benthic Organisms' Abundance per Taxon and Basin



Discusión y conclusiones

El análisis de las comunidades acuáticas evaluadas en los diferentes cuerpos de agua, muestra la presencia de ambientes acuáticos básicamente oligotróficos, caracterizados por presentar una concentración baja de nutrientes y de organismos vivos, lo cual responde a las condiciones fisicoquímicas naturales del medio acuático en el área de estudio. Esto sucede, debido a que las estaciones de muestreo se encontraron cerca de las cabeceras de las cuencas evaluadas.

Se registraron especies de gran importancia ecológica como los organismos planctónicos, así como especies indicadoras de aguas limpias, tales como los insectos acuáticos. Por otro lado, en cuanto a la riqueza de especies en el área de estudio, ésta representa aproximadamente un 16 % del número máximo registrado en el Bajo Urubamba [Cuadro 3], lo cual sugiere que en la RCM existe una gran diversidad de recursos acuáticos registrados y aun por registrar. Además, prácticamente las 32 especies de peces registradas son de uso potencial por los pobladores locales para autoconsumo.

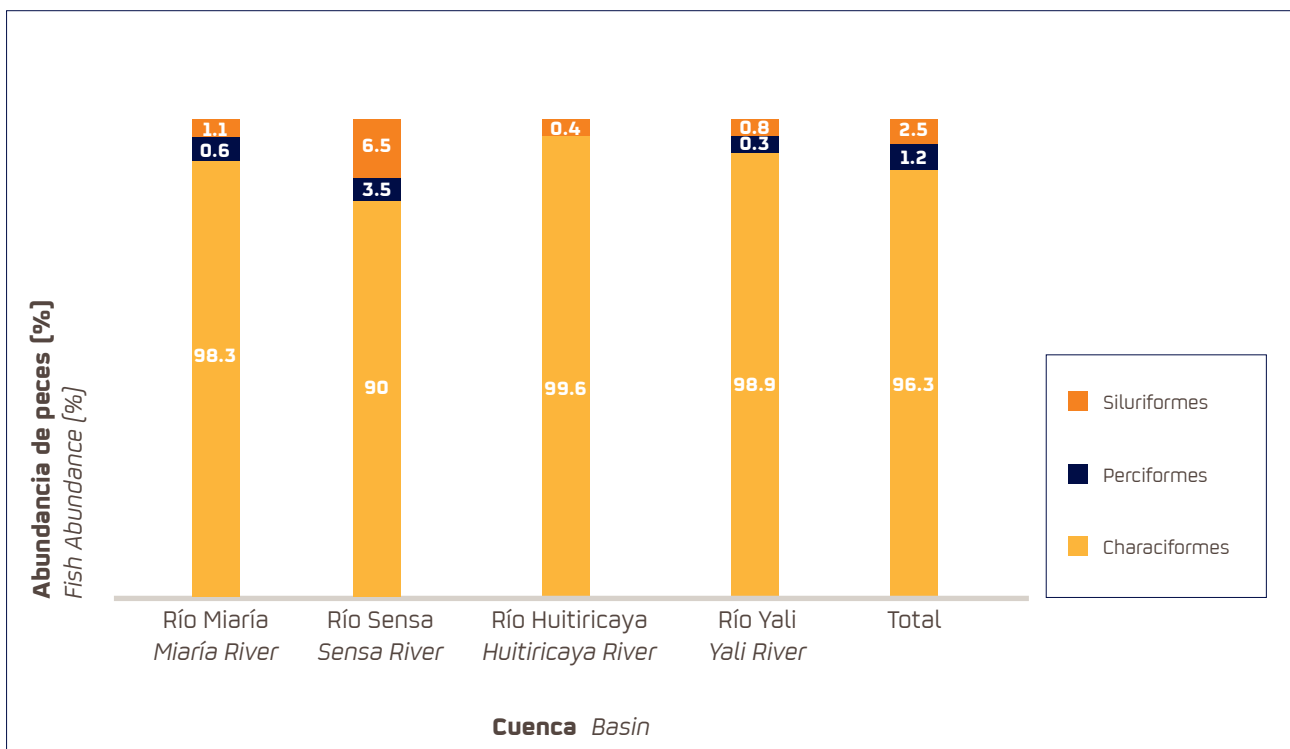
Discussion and Conclusion

The analysis of aquatic communities, surveyed in different water bodies, shows the presence of oligotrophic aquatic environments, characterized by a low concentration of nutrients and living organisms, which responds to natural physicochemical conditions of the aquatic environment in the study area. This happens because the sampling stations were located near the assessed headwaters basins.

Species of ecological importance were recorded, such as planktonic organisms; and clean water indicator species, such as aquatic insects. On the other hand, in terms of species richness in the study area, it represents approximately 16 % of the maximum number recorded in the Lower Urubamba [Table 3], which suggests that in the RCM a great diversity of aquatic resources registered and yet to be register. Besides, nearly all 32 species of fish recorded are potentially used by local people for their own consumption.

Figura 6. Abundancia de peces por taxón y por cuenca

Figure 6. Fish Abundance per Taxon and Basin



Cuadro 2. Riqueza y abundancia de peces por nivel trófico

Table 2. Fish Richness and Abundance per Trophic Level

Nivel trófico <i>Trophic Level</i>	Nº de especies <i>Nº of Species</i>	Nº de individuos <i>Nº of Individuals</i>
Insectívoros <i>Insectivores</i>	3	17
Detritívoros <i>Detritivores</i>	1	3
Omnívoros <i>Omnivores</i>	22	1077
Perifitívoros <i>Perifitivores</i>	6	25
<i>Total</i>	32	1122



Macroinvertebrados acuáticos. / Aquatic Macroinvertebrates. ▲

Cuadro 3. Riqueza de peces en diferentes lugares de la Amazonía

Table 3. Fish Richness in Different Places of the Amazon

Región <i>Region</i>	Lugar <i>Place</i>	Año <i>Year</i>	Especies de peces <i>Fish Species</i>	Fuente <i>Source</i>
Cusco	Reserva Comunal Machiguenga <i>Machiguenga Communal Reserve</i>	2014-2015	32	Repsol Exploración Perú [2015]
Cusco	Sagari, Bajo Urubamba <i>Sagari, Lower Urubamba</i>	2014	84	Repsol Exploración Perú [2015]
Cusco	Kinteroni, Bajo Urubamba <i>Kinteroni, Lower Urubamba</i>	2009	69	Repsol Exploración Perú [2011]
Cusco	Reserva Comunal Machiguenga y Ashaninka / Machighenga and Ashaninka Communal Reserves	2008	23	Morales [2008]
Cusco	Reserva Comunal Machiguenga <i>Machiguenga Communal Reserve</i>	2007	71	Perú LNG [2007]
Cusco	Reserva Comunal Machiguenga <i>Machiguenga Communal Reserve</i>	2006	96	Quispe [2006]
Cusco	Bajo Urubamba <i>Lower Urubamba</i>	2004	202	Ortega [2004]
Cusco	Urubamba	2001	156	Alonso <i>et al.</i> [2001]
Cusco	Bajo Urubamba Camisea <i>Lower Urubamba or Camisea</i>	1996	40	Ortega <i>et al.</i> [1996]

Referencias bibliográficas / References

- Alonso, L.; Kaspari, M. & Alonso, A. [2001]. Biodiversity assessment of the aquatic systems of the Lower Urubamba region, Peru. En: A. Alonso, F. Dallmeier & P. Campbell [eds.], *Urubamba: The biodiversity of a Peruvian rainforest* (pp. 37-48). Washington, D.C.: Smithsonian Institution.
- Anderson, E.P. & Maldonado-Ocampo, J.A. [2011]. A regional perspective on the diversity and conservation of tropical Andean fishes. *Conservation Biology*, 25(1): 30-39.
- Aufdenkampe, K.A.; Mayorga, E.; Raymond, A.P.; Melack, M.J.; Doney, C.S.; Alin, R.S.; Aalto, E.R. & Yoo, K. [2011]. Riverine coupling of biogeochemical cycles between land, oceans, and atmosphere. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9, 53-60.
- Goulding, M.; Barthem, R. & Ferreira, E. [2003]. *The Smithsonian Atlas of the Amazon*. Washington D.C.: Smithsonian Institution.
- Townsend-Small, A.; McClain, M.E.; Hall, B.; Llerena, C.A.; Noguera, J.L. & Brandes, J.A. [2008]. Contributions of suspended organic matter from mountain headwaters to the Amazon River: A one-year time series study in the central Peruvian Andes. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 72: 732-740.
- Laraque, A.; Bernal, C.; Bourrel, L.; Darrozes, J.; Christophoul, F.; Armijos, E.; Fraizy, P.; Pombosa, R. & Guyot, J.L. [2009]. Sediment budget of the Napo River, Amazon basin, Ecuador and Peru. *Hydrological Processes*, 23, 3509-3524.
- Lozano, L. [2005]. La bioindicación de la calidad del agua: importancia de los macroinvertebrados en la cuenca alta del río Juan Amarillo, Cerros orientales de Bogotá. *Rev. Umbral Científico. Fundación Universitaria Manuela Beltrán. Bogotá*. Pp. 5-11
- Maldonado-Ocampo, J.A., de Santana, C.D. & Crampton, W.G.R. [2011]. On *Apteronotus magdalenensis* (Miles, 1945) (Gymnotiformes, Apteronotidae): A poorly known species endemic to the Río Magdalena basin, Colombia. *Neotropical Ichthyology*, 9(3): 505-514.
- Montoya-Moreno, Y. & Aguirre, N. [2013]. Dinámica del ensamblaje algal epifítico en el sistema de planos inundables de Ayapel a través de pulso de inundación. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 16 (2): 491-500.
- Ortega, H.; Chocano, L.; Rengifo, B. & Velásquez, M. [2004]. *Informe anual sobre el monitoreo de la actividad de pesca e hidrobiología en el bajo Urubamba (Limpiá-Shivankoreni-Kirigueta-Miaria-Sepahua)*, Evaluación 2003.
- Ortega, H. [1996]. Evaluación preliminar de la ictiofauna del río Camisea, Camisea, La Convención, Cusco, Perú. En: *Proceedings from the workshop on biological and cultural diversity of the Lower Urubamba, Peru. Biodiversity Program* (pp. 83-90). Washington D.C.: Smithsonian Institution.
- Perú LNG. [2007]. *Estudio sobre recursos naturales y medio ambiente en la Reserva Comunal Machiguenga*. Lima, Perú: Perú LNG (Elaborado por Walsh Perú S.A.).
- Quispe, R. [2006]. *Levantamiento de la información de la diversidad ictiológica de la Reserva Comunal Machiguenga*. Informe final.
- Repsol Exploración Perú. [2011]. *Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el proyecto de desarrollo del Campo Kinteroni-Lote 57*. Lima, Perú: Repsol (Elaborado por Walsh Perú S.A.).
- Repsol Exploración Perú. [2015]. *Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el proyecto de desarrollo del Campo Sagari-Lote 57*. Lima, Perú: Repsol (Elaborado por Walsh Perú S.A.).
- Vannote, R.L.; Minshall, G.W.; Cummins, K.W.; Sedell J.R. & Cushing, C.E. [1980]. The River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 37(1): 130-137.



A close-up, over-the-shoulder view of a person with dark hair, wearing a light-colored, textured shirt. The person is looking towards the right, where a plant with green leaves and small, light-colored flowers is visible. The background is a soft-focus field of similar plants. A bright orange banner is overlaid on the right side of the image, containing the text 'SENSIBILIDAD BIOLÓGICA'. Below this banner, a dark blue banner contains the text 'Biological Sensitivity'.

SENSIBILIDAD BIOLÓGICA

Biological Sensitivity

Sensibilidad biológica

Biological Sensitivity

// Margot Panta-Corzo & Silvia Castro //

Introducción

La sensibilidad es un concepto de difícil definición, ya que su interpretación presenta variaciones de acuerdo con diferentes criterios y perspectivas. El acercamiento a la sensibilidad se basa en el grado de sensibilidad de las comunidades a los disturbios ocasionados por las actividades humanas. Para el propósito del presente análisis, la sensibilidad es el “grado de susceptibilidad del ambiente a ser afectado por una perturbación o conjunto de perturbaciones externas” [Rebolledo, 2009].

Introduction

Sensitivity is a hard concept to define; as its interpretation presents variations regarding different points of view and criteria. The approach to sensitivity is based on how sensitive communities might react to disturbances provoked by human activities disturbances. For the purpose of the current analysis, sensitivity is defined as the “degree of the environment susceptibility to be affected by a disturbance or a set of external disturbances” [Rebolledo, 2009].



▲ De las evaluaciones de campo se tomó la información de base para el análisis de sensibilidad biológica.
Baseline information for analyzing biological sensitivity was taken from field assessments.

Las características y la magnitud de la sensibilidad biológica dependen de varios atributos, que de una manera simplista, pero útil a los fines operativos, serán discriminados bajo el enfoque de diversidad funcional y el análisis de conectividad.

El enfoque de diversidad funcional, consiste en la revisión y validación de la información disponible sobre los aspectos biológicos como: 1) el análisis de la diversidad y redundancia biológica (alfa y gamma) dentro de cada grupo funcional, la presencia de varias especies dentro de un grupo funcional pueden proveer un “seguro” dentro del sistema, compensando la pérdida de la especie con la conservación del rol funcional, 2) análisis de variables biológicas lentas (especies de importancia funcional para el ecosistema), considera especies o grupo de especies con tasas de cambio lento y una alta influencia en el ecosistema.

El análisis de la conectividad, consideró el grado de proximidad y conectividad de los parches; Así como el grado de dispersión de los mismos. La conectividad puede definirse en términos de estructura, como la configuración espacial de diferentes tipos de hábitat (Bennett, 1999) y en términos funcionales, se refiere a la respuesta comportamental de los individuos a la estructura del paisaje (Bennett, 1999).

The biological sensitivity nature and magnitude depends on several attributes, which in a simplistic way, but useful for operational purposes, shall be discriminated under the functional diversity and connectivity analysis approach.

The functional diversity approach is the review and validation of the available information on biological aspects such as: 1) analysis of biological diversity and redundancy (alpha and gamma) within each functional group, the presence of several species within a functional group can provide an “insurance” within the system, balancing the loss of species with the conservation functional role, 2) analysis of slow biological variables (species of functional importance to the ecosystem), considered species or group of species with slow rates of change and a high influence on the ecosystem.

The connectivity analysis considered the degree of proximity and connectivity patches; as well as the degree of dispersion thereof. Connectivity can be defined, in terms of structure, as the spatial configuration of different types of habitats (Bennett, 1999) and in functional terms, it is referred to the behavioral response of individuals to landscape structure (Bennett, 1999).



El análisis de sensibilidad sirve para prever la respuesta integral de un ecosistema ante impactos externos.

The Sensitivity Analysis serves to predict the integral response of an ecosystem to external impacts.

El análisis de sensibilidad identificó el grado de sensibilidad de las cada unidad de vegetación, con el propósito de conservar la integridad del ecosistema, de tal forma que se pueda prever su respuesta ante los impactos externos al mismo.

Métodos

Entre los primeros pasos para la obtención del grado de sensibilidad biológica, está la identificación del objeto de conservación, que pueden ser especies, comunidades, hábitats, ecosistemas, entre otros; estos deben guiar las estrategias de conservación de la RCM, para el caso del presente estudio, los objetos de conservación fueron las unidades de vegetación.

Seguidamente se identificaron las características o atributos claves que requieren mantenerse en buen estado, para asegurar el buen funcionamiento de cada objeto de conservación a través del tiempo. Esta información podrá ser útil para el diseño de estrategias y planes de acción que permitan controlar las presiones al objeto de conservación. Nótese la transversalidad del juicio de experto basado en criterios, experticia, estudios previos y el conocimiento de cada especialista de la zona de estudio [Figura 1].

La medición de la sensibilidad implica la definición de una escala de valoración, para indicar el grado de susceptibilidad del medio. Con el fin de uniformizar las valoraciones usadas para cada atributo, se utilizaron escalas cualitativas ordinales del 1 al 4, las cuales representarán, en cada caso particular, el gradiente de sensibilidad, desde “baja” hasta “muy alta”, respectivamente.

La diversidad biológica y redundancia funcional

- Diversidad alfa.- considera los valores de riqueza y diversidad local, en cada lugar de muestreo (en este caso, estación de muestreo). Se congregan las especies según su grupo funcional de productores primarios (autótrofos) y consumidores (heterótrofos). En el caso de los productores primarios, se consideró a los “árboles forestales”, siendo el grupo con mayor riqueza y abundancia; y por representar una “estructura clave” y básica para el establecimiento de la fauna y de los procesos ecológicos. Y para los consumidores se consideraron a los consumidores primarios (herbívoros, frugívoros, nectarívoros y granívoros), consumidores secundarios (insectívoros y carnívoros) y consumidores terciarios (omnívoros).

Sensitivity analysis identified the degree of sensitivity of each vegetation unit, in order to preserve the ecosystem integrity, so their response before external impacts can be predicted.

Methods

Previous initial steps to obtain the biological sensitivity degree, is to identify the subject of conservation, which may be species, communities, habitats, ecosystems, among others; those may lead the conservation strategies of the Machiguenga Communal Reserve [RCM]. For this case, the conservation targets were the vegetation units.

Subsequently, we identified the characteristics or key attributes that need to be kept in good condition and ensure the proper functioning of each object of conservation over time, being useful information for the design of strategies and action planning to control pressures to the object of conservation. Note the transversality of expert judgment based on criteria, expertise, previous studies and knowledge of each specialist in the area of study [Figure 1].

The measurement of sensitivity involves defining a rating scale to indicate the degree of susceptibility of the medium. In order to standardize the valuations used for each attribute, a qualitative ordinal scale from 1 to 4 was used, which represent, in each particular case, the gradient of sensitivity from “low” to “very high”, respectively.

Biological Diversity and Functional Redundancy

- Alfa Diversity.- takes into account the values of richness and local diversity, in each sampling site (in this case, sampling station). Species are grouped according to the functional group of primary producers (autotrophs) and consumers (heterotrophic). In the case of primary producers (autotrophs), it was considered the “forest trees”, being the group with the greatest richness and abundance; and for representing a “key structure” and basic for the establishment of wildlife and ecological processes. For consumers, the primary consumers were considered (herbivores, frugivores, insectivores and granivores), secondary consumers (insectivores and carnivores) and tertiary consumers (omnivores).

Figura 1. Proceso del análisis de la sensibilidad biológica para el Estudio de Biodiversidad de la RCM

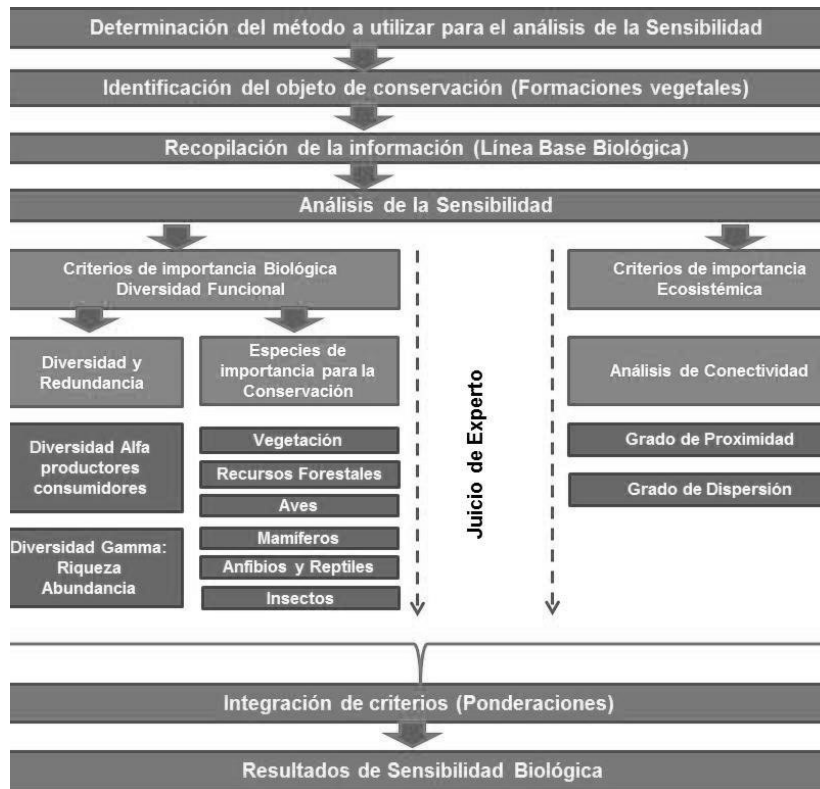
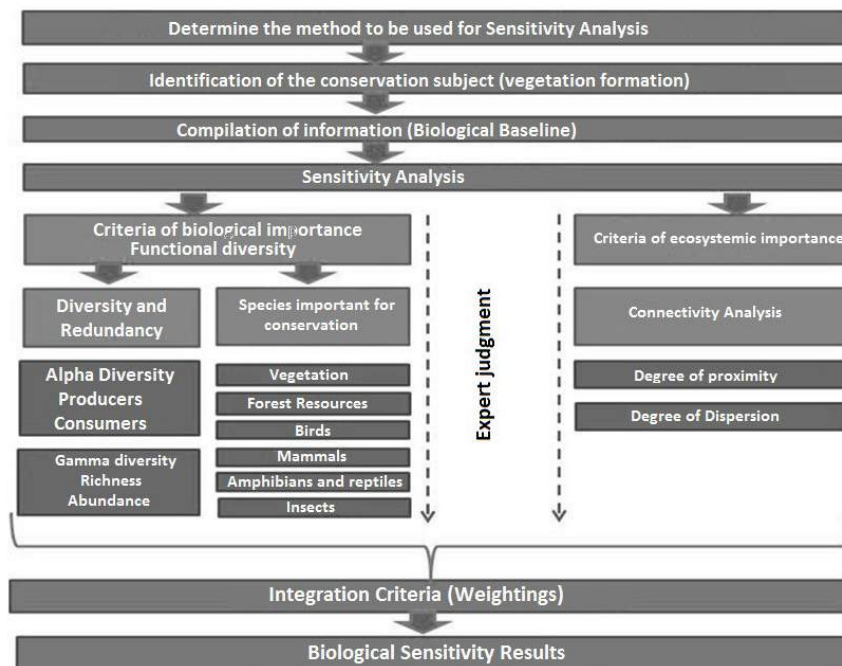


Figure 1. Biological Sensitivity Analysis Process for the Biodiversity Study of the RCM



- Diversidad gamma.- considera la riqueza de grupos funcionales a una escala espacial más amplia, a nivel de cada unidad de vegetación.

Especies de importancia biológica

Son aquellas de importancia para la identidad cultural de las comunidades nativas que habitan cerca de la RCM, es decir especies que juegan un rol en su dieta, herramientas, medicina, entre otros. También fueron consideradas las especies incluidas en alguna categoría de protección nacional e internacional (D.S. N° 034-2004-AG, CITES y IUCN), y endemismos.

Análisis de conectividad

- Grado de dispersión: Es la medición del grado de dispersión de los parches, fue evaluado con valores que se distribuyen de 0-100 %, se aproxima a 0 cuando la distribución de los parches no presenta uniformidad [baja dispersión = 4], en cambio se aproxima a 100 % cuando los tipos de parches se encuentran dispersos en el paisaje [muy alta dispersión = 1].
- Índice de proximidad: Las conexiones entre los parches o áreas que sirven como refugios de especies pueden acelerar la restauración de las áreas perturbadas mediante el flujo bidireccional de las especies que habitan dentro y en los alrededores. De esta forma aseguran el mantenimiento de las funciones que se necesitan para que el ecosistema mantenga su integridad y los servicios ecosistémicos asociados. El índice de proximidad fue calculado en base al promedio de distancia entre los centroides de dos parches dividido entre la suma de las raíces cuadradas del área de cada parche. Refleja la posibilidad de conexión entre parches de la misma clase en donde valores más cercanos a cero estarán próximos.

Integración de resultados por criterio

Para determinar las zonas más sensibles, se ha juntado la información proporcionada por cada grupo trófico de consumidores, estandarizando los valores utilizando escalas cualitativas ordinarias: 4, 3, 2, 1, determinadas para cada grupo. Se integraron los diferentes valores cualitativos asignado a los criterios mencionados anteriormente: A) Diversidad y redundancia funcional; B) Importancia de las especies para la conservación y C) Análisis de conectividad. Se ponderaron los valores obtenidos según los pesos especificados para cada criterio, de la siguiente manera:

- *Gamma Diversity*.- considers the richness of functional groups in a broader spatial scale, at the level of each vegetation unit.

Species of Biological Importance

They are species of importance for the cultural identity of the native communities living near the RCM, that is, species that play a role in their diet, tools, medicine, among others. We also considered the species included in any category of conservation, national or international, (S.D. N° 034-2004-AG, CITES and IUCN) and endemism.

Connectivity Analysis

- *Degree of dispersion: It is the measurement of the dispersion degree of the patches, it was evaluated with values that are distributed between 0-100 %, the value is close to 0 % when the distribution of patches has no uniformity (low dispersion = 4), however it approaches 100 % when the types of patches are scattered in the landscape (very high dispersion = 1).*
- *Proximity index: Connections among patches or areas that serve as refuges for species can accelerate the restoration of areas disturbed by the bidirectional flow of the species that live in and around. Thus ensuring the maintenance of the functions needed for the ecosystem to maintain its integrity and associated ecosystem services. The proximity index was calculated based on the average distance between the centroid of two patches divided by the sum of the square roots of the area of each patch. It reflects the possibility of connection between patches of the same class where values closer to zero will be next.*

Integration of Results by Criteria

To determine the most sensitive areas, it has been collected information provided by each trophic group of consumers, standardizing the values using ordinary qualitative scales: 4, 3, 2, 1, determined for each group. Different qualitative values assigned to the criteria mentioned above were integrated: A) Diversity and functional redundancy; B) The importance of species for conservation and C) Analysis of connectivity. The values obtained, according to the specified weights for each criterion, were weighted as follows:

$$\begin{aligned} \text{Grado de Sensibilidad} &= [\text{Criterio A (Productores + Consumidores)*10}] + \\ &[\text{Criterio A (Diversidad Gamma) * 5}] + \\ &[\text{Criterio B (Importancia)*15}] + [\text{Criterio C (proximidad)*10}] + [\text{Criterio C (dispersión)*25}] \\ &+ \text{Criterio D (Juicio) * 35} \\ &100 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sensitivity Degree} &= [\text{Criteria A (Producers + Consumers)*10}] + [\text{Criteria A (Gamma Diversity) * 5}] + \\ &[\text{Criteria B (Importance)*15}] + [\text{Criteria C (proximity)*10}] + [\text{Criteria C (dispersion)*25}] + \\ &\text{Criteria D (Judgment) * 35} \\ &100 \end{aligned}$$

Resultados

Las diversidades alfa y gamma referidas a los productores primarios (autótrofos), obtuvieron los mayores valores de riqueza y diversidad para el bosque denso premontano (EM1) y el bosque semidenso (EM5), con una valoración de 4 [i.e., de “muy alta” diversidad y riqueza] [Cuadros 1 y 2].

El bosque denso premontano, es un bosque primario sin perturbaciones, que acumula capital (biomasa, nutrientes, etc.) y conexiones interespecíficas con el paso de los años. Las especies más representativas por su volumen maderable son la “shiringa” *Hevea brasiliensis*

Results

Alfa and Gamma Diversity referred as primary producers (autotrophs), obtained higher values of richness and diversity for the Premontane Dense Forest (EM1) and Semidense Forest (EM5), having an appraisal of 4 [i.e., “very high” diversity and richness] [Tables 1 and 2].

The Premontane Dense Forest is a primary forest without disturbances, which accumulates capital (biomass, nutrients, etc.) and interspecific connections over the years. The most representatives species due to its timber volume are “shiringa” *Hevea brasiliensis* [family Euphorbiaceae], and “quinilla



En las evaluaciones de campo se indentifican las especies clave y sus funciones en el ecosistema. ▲
During the field assessments, keystone species and their roles in the ecosystem are identified.

[familia Euphorbiaceae], y la “quinilla roja” *Manilkara bidentata* (familia Sapotacea), ambas con potencial de uso por su látex y su madera dura. La vegetación del bosque semidenso presenta una alta diversidad, siendo las especies más representativas por su volumen maderable: “amasisa” *Erythrina ulei*, “cumala negra” *Virola flexuosa*, “cumala roja” *Otoba parvifolia* y “requia” *Guarea macrophylla*.

La diversidad alfa referida a consumidores secundarios (heterótrofos) obtuvo un mayor valor de riqueza para el bosque denso premontano, mientras que los demás bosques mostraron un valor moderado de la riqueza y abundancia (Figura 2). Los grupos tróficos que presentaron los mayores valores de riqueza fueron para los frugívoros e insectívoros, conformados principalmente por aves; así como los carnívoros, conformados en su mayoría por mamíferos grandes. Finalmente, los herbívoros fueron el grupo con el menor valor de riqueza. Los carnívoros presentaron mayor riqueza en el bosque denso premontano y en el bosque semidenso.

Los frugívoros estuvieron conformados básicamente por aves y murciélagos. Los primeros estuvieron representados por el “pihagritona”, *Lipaugus vociferans* y el “cuervo-frutero de garganta púrpura” *Querula*

roja” *Manilkara bidentata* (family Sapotacea), both with potential used for its latex and hard wood. The Semidense Forest Vegetation has a high diversity and the most representative species for its timber volume are: “amasisa” *Erythrina ulei*, “cumala negra” *Virola flexuosa*, “cumala roja” *Otoba parvifolia*, “requia” *Guarea macrophylla*.

The Alfa Diversity referred as secondary consumers [heterotrophic] obtained the greatest richness value for the Premontane Dense Forest, whereas the other forests showed moderate values of richness and abundance (Figure 2). The trophic groups that showed the greatest values of richness were frugivores and insectivores, comprised mainly of birds; as well as carnivores, comprised mainly of big mammals. Lastly, herbivores were the group with the lowest value of richness. Carnivore showed a higher richness in the Premontane Dense Forest and in the Semidense Forest.

Frugivores included, basically, birds and bats. The first were represented by the “Screaming Piha”, *Lipaugus vociferans* and the “Purple-throated Fruitcrow” *Querula purpurata* [family Cotingidae]. The most important bats were *Carollia perspicillata* and *Carollia brevicauda*, both generalist frugivores that feed on more than 50 kinds of fruit.

Cuadro 1. Diversidad alfa de los productores primarios. Valores promedio de riqueza y abundancia para las comunidades de árboles forestales por estación de muestreo (EM) y unidad de vegetación

Variables	Bosque denso Premontano		Bosque denso de pie de monte		Bosque semidenso		Bosque ralo con palca	
	EM1	EM2	EM3	EM4	EM6	EM5	EM7	EM8
Riqueza promedio	49	56	8.8	7.4	42.3	66	14	8
Diversidad promedio	6,21	5,42	3,7	3,76	5,16	6,04	4,04	3,w45
Categorización Riqueza	3	4	1	1	3	4	1	1
Categoría de riqueza	4	3	1	1	3	4	1	1

purpurata (familia Cotingidae). Los murciélagos más importantes fueron *Carollia perspicillata* y *Carollia brevicauda*, ambos frugívoros generalistas que se alimentan de más de 50 especies de frutos.

Los insectívoros más abundantes fueron las aves, entre ellas el “cucarachero de pecho escamoso” *Microcerculus marginatus*, cuya dieta se compone principalmente de arañas, hormigas y otros insectos; el “hormiguero hormiguero de cara negra” *Myrmoborus myotherinus*, que se alimenta de insectos y arañas, viaja en parejas o en pequeños grupos familiares, por lo general dentro de bandadas de especies mixtas; el “hormiguero de ceja blanca” *Myrmoborus leucophrys* y el “vencejo de collar blanco” *Streptoprocne zonaris* que se alimenta al vuelo de insectos voladores, incluyendo escarabajos, abejas, y hormigas voladoras. Finalmente, la “rana” *Pristimantis bipunctatus*, que es una de las especies más abundantes, se alimenta de avispas, escarabajos, hormigas, entre otros.

La mayor riqueza de especies de importancia biológica la obtuvieron el bosque denso premontano y el bosque ralo con palca (Cuadro 2). Ambas presentaron 64 especies de flora y fauna consideradas en alguna lista de conservación nacional o internacional o de especies endémicas.

The most abundant insectivorous were the following birds: the “Scaly-breasted Wren” *Microcerculus marginatus* whose diet consist on spiders, ants and other insects; the “Black-faced Antbird” *Myrmoborus myotherinus*, that feeds on insects and spiders, travel in pairs or small family groups, usually in flocks of mixed species; the “White-browed Antbird” *Myrmoborus leucophrys* and the “White-collared Swift” *Streptoprocne zonaris* that feeds on flying insects while flying, including beetles, bees, and flying ants. Finally the frog *Pristimantis bipunctatus*, one of the most abundant species, feeds on wasps, beetles, ants, among others.

The Premontane Dense Forest and the Bamboo-dominated Sparse Forest obtained the greatest richness of species of biological importance [Table 2]. Both had 64 species of flora and fauna included in some list of national or international conservation or endemic species.

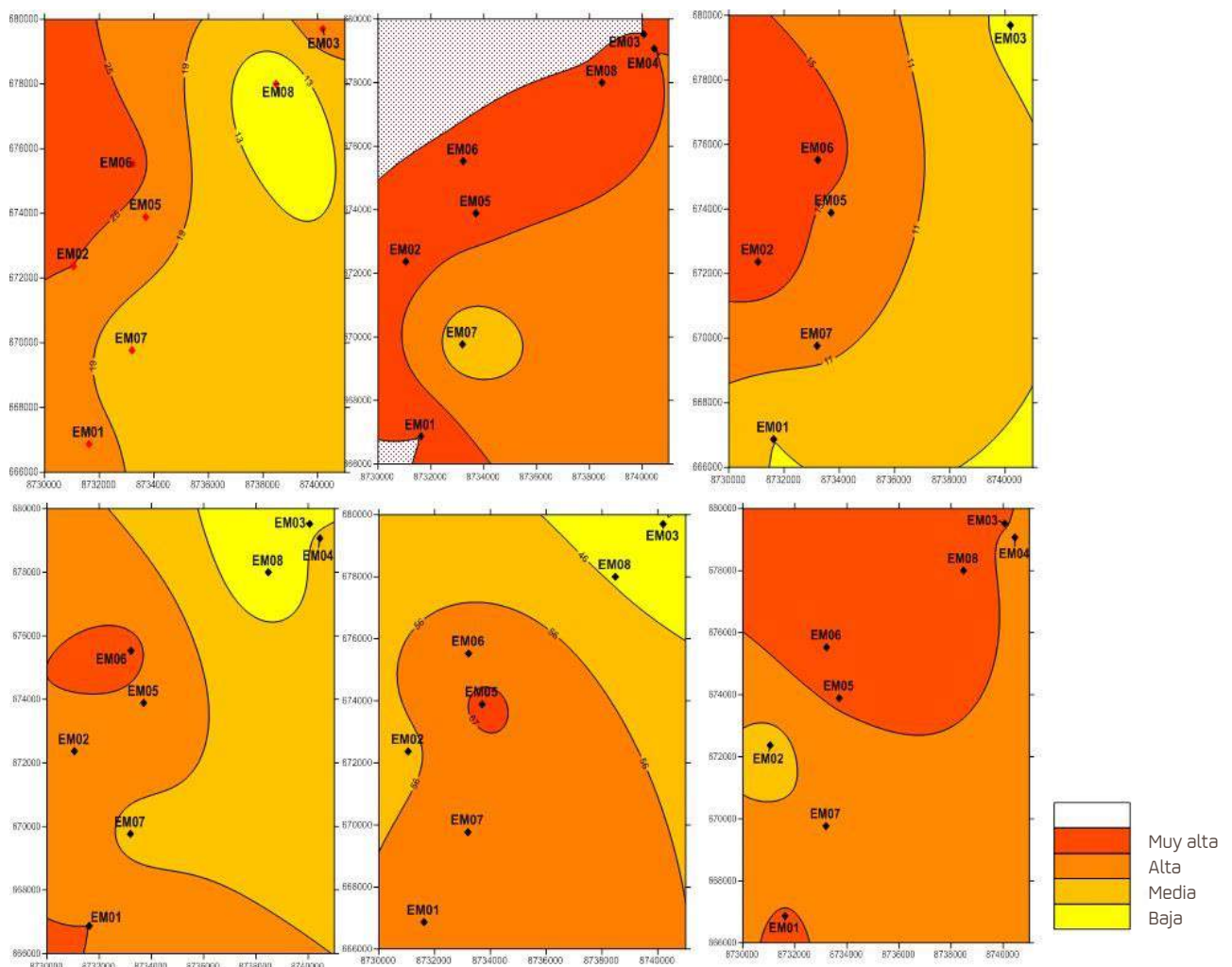
Table 1. Alfa Diversity for Primary Producers. Average Richness and Abundance Values for Communities of Forest Trees per Sample Station (EM) and Vegetation Unit

Variable	Premontane Dense Forest		Foothill Dense Forest		Semidense forest		Bamboo-dominated Sparse Forest	
	EM1	EM2	EM3	EM4	EM6	EM5	EM7	EM8
Average Richness	49	56	8.8	7.4	42.3	66	14	8
Average Diversity	6.21	5.42	3.7	3.76	5.16	6.04	4.04	3.45
Richness Category	3	4	1	1	3	4	1	1
Diversity Category	4	3	1	1	3	4	1	1

Entre algunos mamíferos grandes considerados “en peligro” se encuentra el “maquisapa” *Ateles chamek*, el “armadillo gigante” *Priodontes maximus* y el “hormiguero gigante” *Myrmecophaga tridactyla*. En estado “casi amenazado” está el “otorongo” o “jaguar” *Panthera onca*, el “puma” *Puma concolor* y el “tapir” o “sachavaca” *Tapirus terrestris*. Por otro lado, algunas aves están consideradas como “vulnerables” como el “guacamayo de cabeza azul” *Primolius couloni*, la “pava de garganta azul” *Pipile cumanensis*, “paujil común” *Mitu tuberosum*, el “ermitaño de Koepcke” *Phaethornis koepckeae* y los “guacamayos” *Ara macao* y *Ara chloropterus*.

Among the mammals regarded as “endangered”, is the “Black Spider Monkey” *Ateles chamek*, the “Giant Armadillo” *Priodontes maximus* and the “Giant Anteater” *Myrmecophaga tridactyla*. In the “near threatened” status feature the “Jaguar” *Panthera onca*, the “Cougar” *Puma concolor* and the “Tapir” *Tapirus terrestris*. Besides, some birds are categorized as “vulnerable”, such as the “Blue-headed Macaw” *Primolius couloni*, the “Blue-throated Piping Guan” *Pipile cumanensis*, the “Razor-billed Curassow” *Mitu tuberosum*, the “Koepcke’s Hermit” *Phaethornis koepckeae*, the “Macaws” *Ara macao* and *Ara chloropterus*.

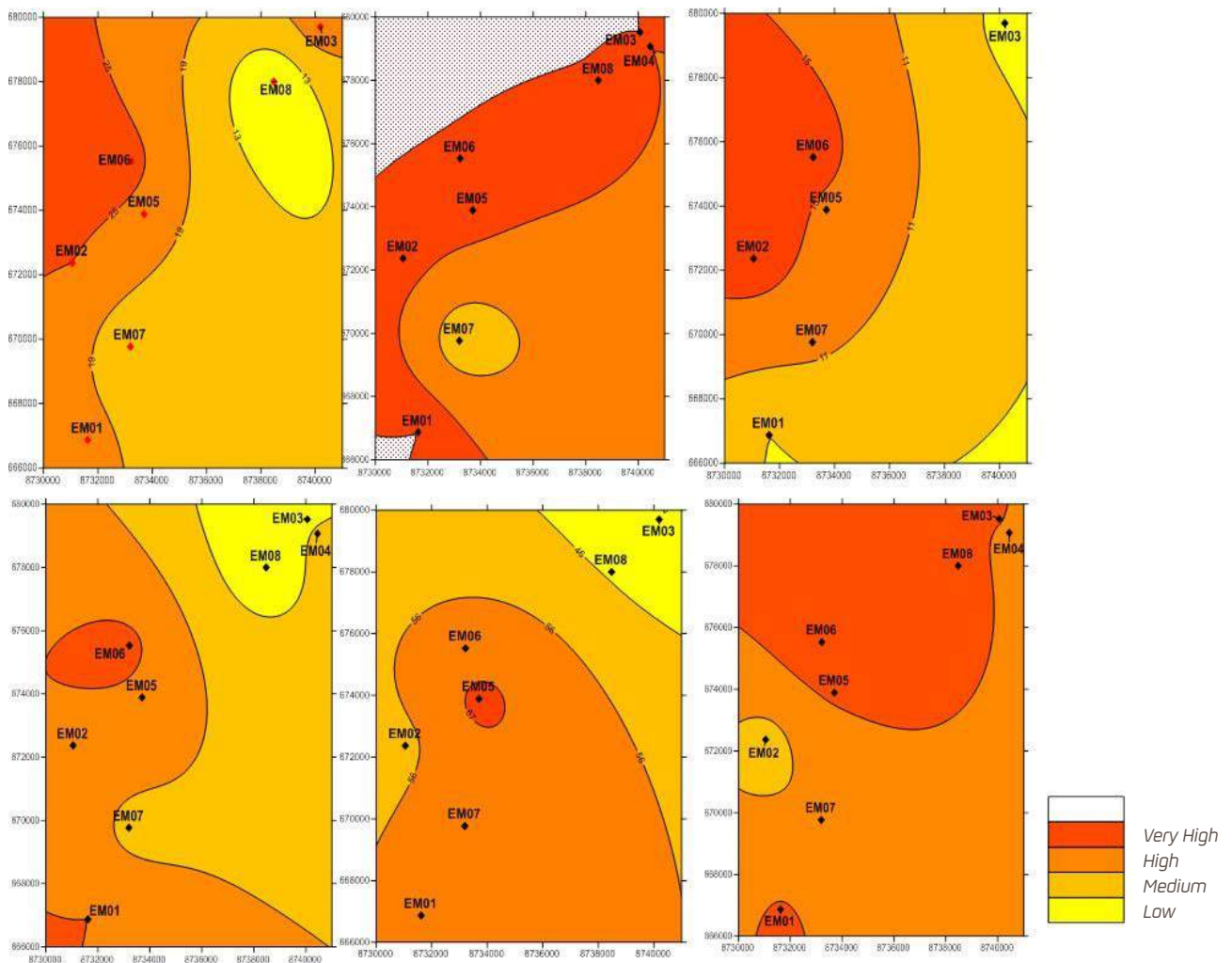
Figura 2. Consumidores secundarios: Mapa de isolíneas de los diferentes grupos tróficos: a, b) riqueza de frugívoros durante la temporada húmeda y seca, respectivamente; c, d) riqueza de carnívoros durante la temporada húmeda y seca, respectivamente; e, f) riqueza de insectívoros durante la temporada húmeda y seca, respectivamente.



Los resultados del análisis de conectividad pueden determinar cuán fácil es para un organismo trasladarse de un parche hacia otro. La medición del grado de dispersión de los parches de cada unidad de vegetación, muestra a un bosque denso premontano con baja dispersión, pues se encuentra como único parche al sur del área de estudio. Asimismo, el bosque ralo con pacal y bosque semidenso obtuvieron un mayor grado de dispersión de sus parches, lo que facilitaría las conexiones entre los parches o áreas que sirven como refugio a especies que habitan dentro y en los alrededores, y aseguraría el mantenimiento de las funciones del ecosistema. Por último, el índice de proximidad de los parches, muestra un bajo grado de conexión física del bosque denso

The results of the connectivity analysis might be useful to determine how easy it is for an organism to move from one patch to another. Measuring the degree of dispersion of patches of each vegetation unit, shows a Premontane Dense Forest with low dispersion, since it is a unique patch located south of the study area. In addition, the Bamboo-dominated Sparse Forest and the Semidense Forest had a greater degree of patch dispersion, which would facilitate connections between patches or areas that serve as refuges for species that live within and around, and would ensure the maintenance of ecosystem functions. Lastly, the patch proximity index shows a lower degree [IP = 4.9573] of physical connection of the Premontane Dense Forest, far away from the patches; as well as a Foothill Dense Forest [IP = 0.7571] and Semidense Forest [IP = 1.6762] more connected and close to each other.

Figure 2. Secondary Consumers: Map of Isolines of Different Trophic Groups: a, b) Richness of Frugivores During the Wet and Dry Seasons, Respectively; c, d) Richness of Carnivores During the Wet and Dry Seasons, Respectively; e, f) Richness of Insectivores During the Wet and Dry Seasons, Respectively



premontano [IP = 4,9573], alejado de los parches, así como un bosque denso de pie de monte [IP = 0,7571] y un bosque semidenso [IP = 1,6762] más conectados y próximos entre sí.

El criterio biológico a nivel de “juicio de experto”, incorpora consideraciones que pueden no haber sido tomadas en cuenta, al no ser fácilmente cuantificables, pero que merecen ser consideradas debido a la experticia del especialista.

Finalmente, el Cuadro 2 integra los valores de los criterios analizados, los mismos que fueron ponderados y categorizados como: “muy alta”, “alta”, “media” y “baja”. Por otro lado, muestra que el bosque denso premontano posee una sensibilidad muy alta; el bosque denso de pie de monte, una sensibilidad alta; el bosque semidenso, una sensibilidad moderada; y el bosque ralo con pacal, una sensibilidad baja.

The biological criteria at the level of “expert judgement” incorporates considerations that may not have been taken into account, because they are not easily quantifiable but worth considering as they have behind it the own specialist expertise.

Finally, Table 2 integrates the values of the analyzed criteria, the same that were weighted and categorized as “Very High”, “High”, “Medium”, and “Low”. On the other hand, Table 2 shows a very high sensitivity for the Premontane Forest; a high sensitivity for the Foothill Forest, a medium sensitivity for the Semidense Forest and a low sensitivity for the Bamboo-dominated Sparse Forest.

Las mariposas son alimento para aves insectívoras ► esta interacción es importante para el ecosistema.
Butterflies are food for insectivorous birds this interaction is important for the ecosystem.

Cuadro 2. Valoración integrada de los criterios de definición de la sensibilidad biológica por unidad de vegetación

Criterio	Ponderaciones	Variable	Atributo	Detalle	Bosque denso premontano		Bosque denso de pie de monte		Bosque semidenso		Bosque ralo con pacal	
					EM1	EM2	EM3	EM4	EM6	EM5	EM7	EM8
Diversidad y redundancia	10	Diversidad alfa	Productores primarios	Riqueza	3	4	1	1	3	4	1	1
			Consumidores	Diversidad	4	3	1	1	3	4	1	1
	5			Categoría	4	3	3	2	3	3	2	1
		Diversidad gamma		Riqueza y abundancia	3		1		3		2	
Especies de importancia	15	Especies de importancia			2	3	2	2	2	2	3	2
Análisis de conectividad	10	Proximidad			4		1		1		2	
	25	Dispersión			4		4		1		1	
Juicio de experto	35	Juicio de experto			4		4		1		1	
Grado de sensibilidad [según fórmula]					5,8		4,05		3,45		2,35	
Calificaciones de sensibilidad					4		3		2		1	
Nivel de sensibilidad					Muy alta		Alta		Media		Baja	

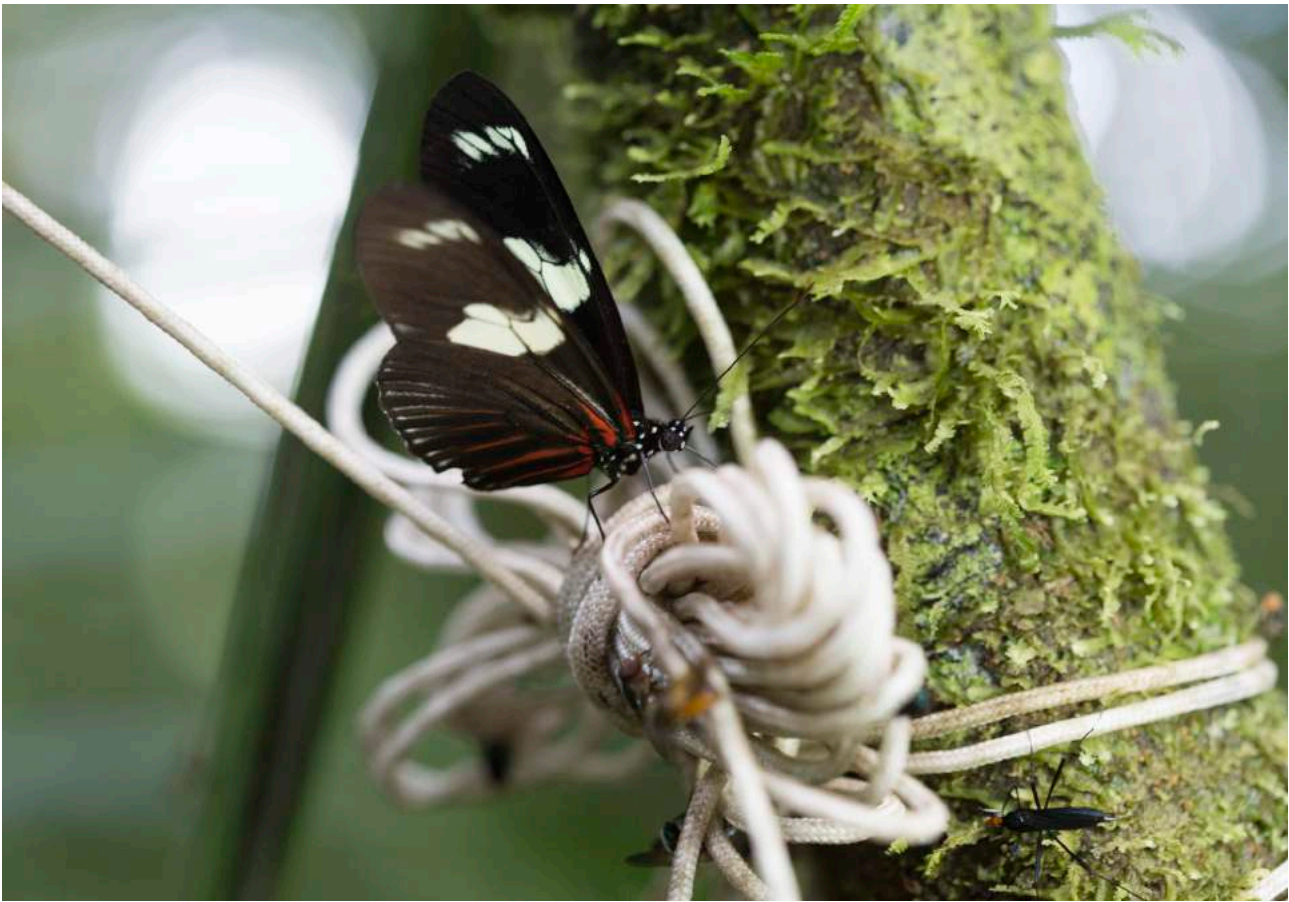


Table 2. Integrated Assessment of the Defining Criteria for Biological Sensitivity per Vegetation Unit

Criteria	Weightings	Variable	Attribute	Detail	Premontane Dense Forest		Foothill Dense Forest		Semidense Forest		Bamboo-dominated Sparse Forest	
					EM1	EM2	EM3	EM4	EM6	EM5	EM7	EM8
Diversity and Redundancy	10	Diversity Alfa	Primary Producers	Richness	3	4	1	1	3	4	1	1
			Consumers	Diversity	4	3	1	1	3	4	1	1
	5	Gamma Diversity	Richness and Abundance		3		1		3		2	
			Species of importance		2	3	2	2	2	2	3	2
Species of Importance	15	Species of importance			2	3	2	2	2	2	3	2
Analysis of Connectivity	10	Proximity			4		1		1		2	
	25	Dispersion			4		4		1		1	
Expert Judgment	35	Expert Judgment			4		4		1		1	
Sensitivity Degree [according to formula]					5.8		4.05		3.45		2.35	
Sensitivity Ratings					4		3		2		1	
Level of Sensitivity					Very High		High		Medium		Low	

Discusión y conclusión

Los valores de las variables biológicas que caracterizan a los grupos funcionales (frugívoros, insectívoros y carnívoros) son altos en toda el área de estudio. En el caso de los carnívoros, este grupo estuvo conformado principalmente por mamíferos grandes con biomasa grandes, alta movilidad espacial, bajo índice de natalidad (con relación a las aves e insectos), es decir, tienen tasas de intercambio muy bajas. Los carnívoros también son considerados como “grupos clave” para la integridad del ecosistema, pues controlan las poblaciones de los grupos tróficos del primer orden (herbívoros), que a la vez controlan las poblaciones de los productores primarios.

En particular, ciertas especies y grupos de especies desempeñan papeles muy importantes en el mantenimiento de la integridad funcional. Por ejemplo, las aves insectívoras pueden provocar que los índices de abundancia de los insectos forestales se mantengan bajos y que se reduzca la posibilidad de una alta herbivoría de árboles causadas por estos (Bridgeland *et al.*, 2010; Castro, 2010). Asimismo, la importancia de proteger a los mamíferos grandes y pequeños radica en que mientras que los mamíferos

Discussion and Conclusion

The values of the biological variables that characterize the functional groups (frugivores, insectivores and carnivores) are high throughout the study area. In the case of carnivores, this group was mainly composed of large carnivorous mammals with large biomass, high spatial mobility, low birth index (compared to birds and insects), in other words, they have very low rates of exchange. Carnivores are also considered as “key groups” for the integrity of the ecosystem, because they control the populations of the first level of trophic groups (herbivores), which in turn, control the populations of primary producers.

Particularly, certain species and groups of species play very important roles in the maintenance of the functional integrity. For example, insectivorous birds can provoke that the indexes of forest insects abundance remain low and that the possibility that high tree herbivory, caused by insects, be reduced (Bridgeland *et al.*, 2010; Castro, 2010). Furthermore, the importance of protecting large and small mammals lies in the fact that whereas small mammals are adversely affected



▲ Un insecto del orden Coleoptera de sotobosque. / An understory insect of the order Coleoptera.

pequeños son afectados negativamente por perturbaciones locales, los más grandes, que por lo general son más móviles y de amplio rango de hábitat, siguen realizando la función que mantiene la integridad del ecosistema.

Los parches de vegetación se encuentran conectados espacialmente y su alta riqueza los convierte en fuentes de diversidad biológica para la recuperación de otras áreas.

La identificación de la sensibilidad permite contar con información útil para el análisis de impactos, convirtiéndose en una herramienta de gestión y soporte. Esto permite la planificación y el desarrollo de estrategias de manejo que tienen como principal meta preservar la integridad del ecosistema. Los resultados del análisis de sensibilidad plasmado en un mapa de sensibilidad, permite un mejor uso de la herramienta para los fines descritos (Figura 3). Se espera además que este mapa ayude como instrumento para tomar decisiones, toda vez que indica los lugares de alta sensibilidad, y que por tanto, no resulta adecuado que sean impactados. De este modo, la evaluación desarrollada deja de tener un carácter meramente descriptivo para sumarse más bien a la gestión de los impactos derivados de la actividad humana.

by local disturbances, the large mammals, which generally are more mobile with a wide habitat range, still perform the function that maintains the integrity of the ecosystem.

Vegetation patches are connected spatially and its high richness makes them a source of biological diversity for the recovery of other areas.

Identifying sensitivity allows us to have useful information for the analysis of impacts, thus becoming a tool for management and support. The latter enables the planning and development of management strategies whose main goal is to preserve the integrity of the ecosystem. The results of the sensitivity analysis, reflected in a sensitivity map, allow a better use of this tool for the purposes described (Figure 3). It is also expected that this map be helpful as a tool for making decisions, because it marks high sensitivity places, which are not appropriate to impact. Thus, the developed assessment has no longer a purely descriptive objective, but it is part of the management of impacts that arise from human activities.

Referencias bibliográficas / References

- Bennett, R.; Collopy, M., Rodgers, J.A. Jr. [1994]. The Snail Kite in the Florida Everglades: a food specialist in a changing environment. En; Davis, S.M. & Ogden J.C. (eds). *Everglades, the ecosystem and its restoration*. Delray Beach, Florida, USA: St. Lucie Press, pp 507-532.
- Bridgeland, W.T.; Beier, P.; Kolb, T.; Whitham, T.G. [2010]. A conditional trophic cascade: birds benefit faster growing trees with strong links between predators and plants. *Ecology*, 91: 73-84.
- Castro, S. [2010]. *Diversidad de Hexápodos del Suelo y Caracterización de las Parcelas en restauración en Tabaconas (San Ignacio, Cajamarca)*. Tesis para optar el grado de magister. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Rebolledo, R. [2009]. *Modelo de sensibilidad ambiental basado en las valoraciones de relaciones espaciales. Teledetección de agua y desarrollo sostenible*. España: Salomón Montesinos y Lara Fernandez, XIII congreso de la asociación Española de Teledetección.

Figura 3. Mapa de Sensibilidad Biológica; “muy alta sensibilidad”: rojo; “alta sensibilidad”: anaranjado; “sensibilidad media”: verde; “baja sensibilidad”: amarillo

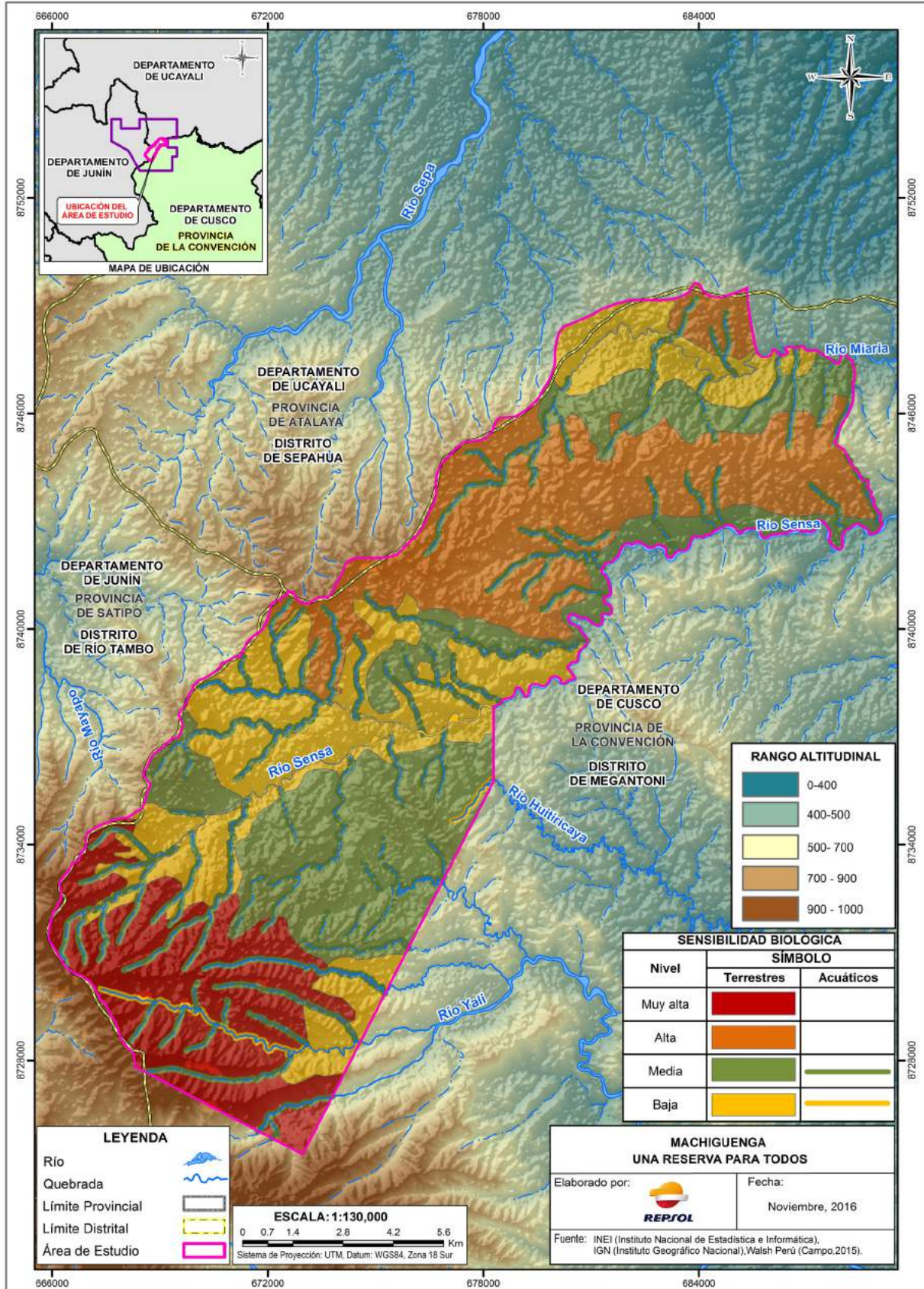
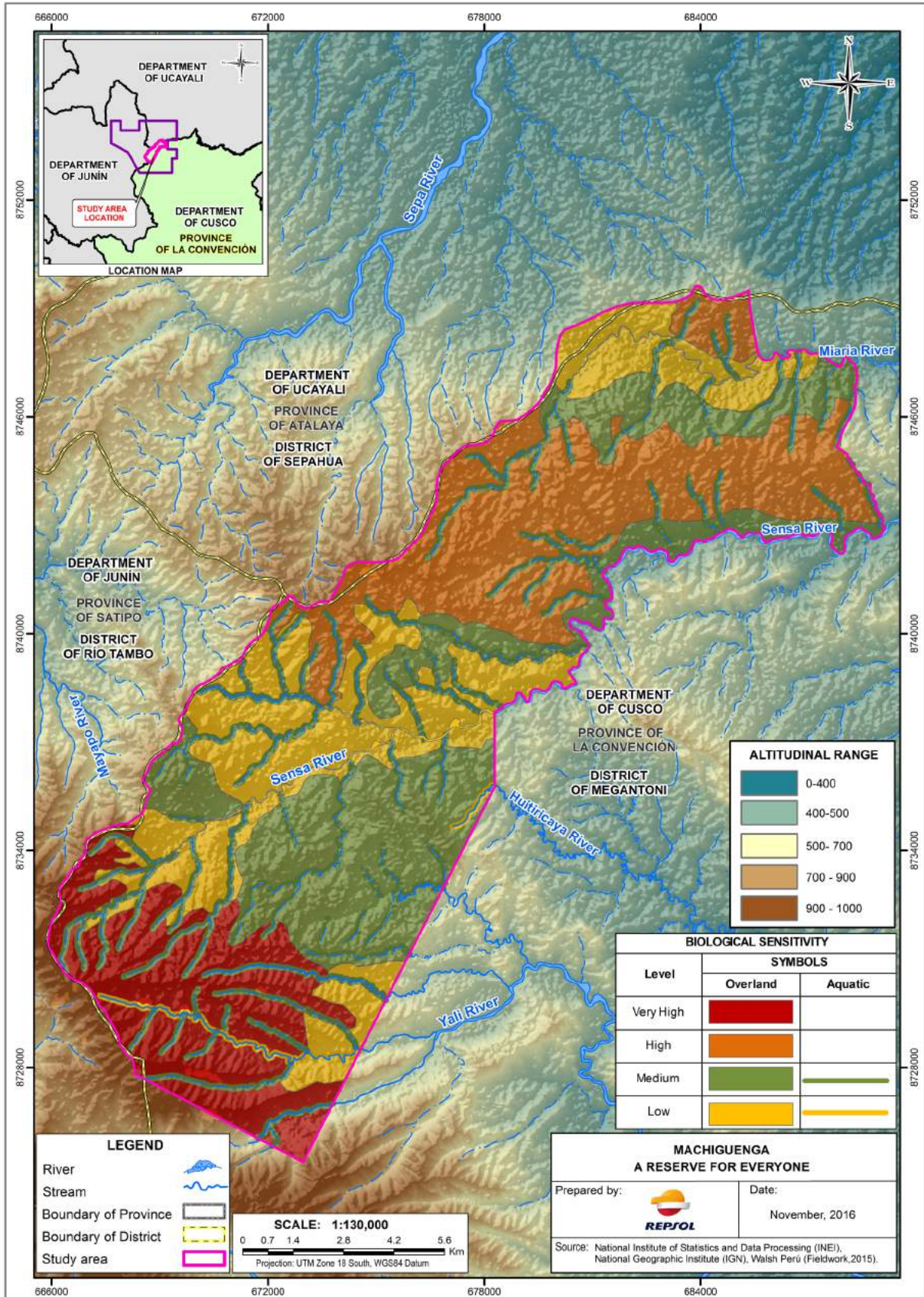


Figure 3. Map of Biological Sensitivity; “Very High Sensitivity”: Red; “High Sensitivity”: Orange; “Medium Sensitivity”: Green; “Low Sensitivity”: Yellow





ÍNDICE INDEX

- 5 **Agradecimientos**
Aknowledgments
- 9 **Presentación del MINAM**
Foreword y MINAM
- 13 **Presentación del SERNANP**
Foreword by SERNANP
- 17 **Prólogo de REPSOL**
Prologue by REPSOL
- 23 **Resumen ejecutivo**
Executive Resume
- 26 **Los protagonistas y el área de estudio**
Protagonists and Study Area
- 44 **Las comunidades y los servicios ecosistémicos**
Communities and Ecosystem Services
- 74 **Características físicas**
Physical Characteristics
- 82 **Calidad del agua y de los sedimentos**
Water and Sediment Quality
- 94 **Flora y vegetación**
Flora and Vegetation





112	Epífitas vasculares <i>Vascular Epiphytes</i>
128	Epífitas no vasculares: líquenes <i>Non-vascular Epiphytes: Lichens</i>
144	Recursos forestales <i>Forest Resources</i>
160	Aves <i>Birds</i>
178	Anfibios y reptiles <i>Amphibians and Reptiles</i>
194	Mamíferos <i>Mammals</i>
216	Insectos <i>Insects</i>
230	Organismos acuáticos <i>Aquatic Organisms</i>
244	Sensibilidad biológica <i>Biological Sensitivity</i>