

ESTADO DEL ARTE CIENTÍFICO SOBRE EL MANEJO DE BOSQUES ANDINOS EN EL PERÚ



ESTADO DEL ARTE
CIENTÍFICO SOBRE EL
MANEJO DE BOSQUES
ANDINOS EN EL PERÚ



Este documento es el resultado del trabajo interinstitucional del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) y el Programa Bosques Andinos de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación - COSUDE, facilitado por HELVETAS Swiss Intercooperation y CONDESAN.

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR)

Avenida 7 N°229, Urb. Rinconada Baja
La Molina, Lima, Perú
Teléfono: (511) 225-9005
www.serfor.gob.pe

Programa Bosques Andinos

Av. Ricardo Palma 857
Miraflores, Lima, Perú
Teléfono: (511) 444-0493
www.bosquesandinos.org

Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación - COSUDE

Av. Salaverry 3240
San Isidro, Lima, Perú
Teléfono: (511) 264-0305
www.eda.admin.ch/peru / www.cooperacionsuizaenperu.org.pe/cosude

Coordinación Técnica:

María de los Ángeles La Torre Cuadros, Consultora Programa Bosques Andinos
Verónica Gálmez Márquez, HELVETAS Swiss Intercooperation / Programa Bosques Andinos
Rosario Acero, Dirección de Estudios e Investigación Forestal y de Fauna Silvestre, SERFOR
Lucetty Ullilen, Dirección General de Política y Competitividad Forestal y de Fauna Silvestre, SERFOR

Cítese como:

La Torre-Cuadros MA. 2016. Estado del Arte Científico sobre el Manejo de Bosques Andinos en el Perú. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, Programa Bosques Andinos de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación - COSUDE, HELVETAS Swiss Intercooperation, CONDESAN.

Diseño y diagramación:

Milagros León Avila, Programa Bosques Andinos

Ilustraciones:

Haciendo Perú
Jorge Kajatt

Fotos:

Jan R. Baiker

Editado en:

HELVETAS Swiss Intercooperation Perú
Av. Ricardo Palma 857. Miraflores, Lima, Perú.

Impreso en:

Impreso Gráfica S.A
Av. La Mar 585. Miraflores, Lima, Perú.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2016-08574

El Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR es un organismo público técnico especializado, adscrito al Ministerio de Agricultura y Riego. Tiene entre sus funciones, gestionar y promover el uso sostenible, la conservación, la protección de los recursos forestales y de fauna silvestre y el fomento de la investigación, de acuerdo a la Política Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, así como de la Política Nacional Agraria. Asimismo, contribuye al cumplimiento de los compromisos internacionales como la iniciativa 20x20 para recuperar tierras degradadas, el Convenio de Diversidad Biológica, el Acuerdo con Noruega para reducir la deforestación y la reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para la mitigación y adaptación al cambio climático.

El Programa Bosques Andinos promueve el manejo sostenible de paisajes de montaña y valora el rol que cumplen los bosques montanos de los Andes en la adaptación y mitigación al cambio climático. Bosques Andinos impulsa la generación de conocimiento, la acción y la toma de decisión para conservar y manejar sosteniblemente los bosques de montaña frente al cambio climático. Contribuye a mejorar las capacidades de los actores a nivel local, nacional, regional andino y global para aplicar prácticas, herramientas y políticas que incentivan la conservación de los bosques andinos.

El Programa Bosques Andinos forma parte del Programa Global de Cambio Climático de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) y es facilitado por el Consorcio HELVETAS Swiss Intercooperation – CONDESAN, por un periodo de 4 años en su primera fase (2014 – 2018).



CONTENIDO

Los Bosques Montanos de los Andes Tropicales cumplen un rol crucial para la adaptación y mitigación del cambio climático y brindan servicios ecosistémicos vitales para las poblaciones que los habitan, especialmente los vinculados al agua, a la regulación climática regional y a la captura y almacenamiento de carbono. Sin embargo, su participación ha sido marginal en los procesos de toma de decisiones y formulación de políticas orientadas hacia la gestión sostenible de los bosques en el país. En parte, ello se debe a su actual extensión limitada y dispersa, lo cual responde a los procesos históricos de fragmentación.

Pese a su gran importancia y alta sensibilidad a los cambios, el conocimiento sobre los bosques andinos es aún muy fragmentado e incipiente, lo cual limita su conservación y manejo sostenible, tomando en cuenta las presiones actuales y futuras a las que se ven expuestos. En este contexto, emprendimos la tarea de remontarnos 25 años atrás para identificar qué tanto se conoce sobre los bosques de montaña tropicales en el Perú y cómo han ido cambiando los enfoques de investigación. Ello permitirá identificar vacíos de conocimiento y definir prioridades de estudio.

Este documento refleja el estado de arte de los conocimientos académicos generados sobre los bosques andinos. A su vez, este importante insumo de información nos permite, entre otros, orientar la formulación del Plan Nacional de Investigación Forestal y de Fauna Silvestre liderado por SERFOR. Además, hace visible algunas debilidades que requieren ser superadas para atender adecuadamente las demandas y necesidades para conservar estos ecosistemas en beneficio de la población que depende de ellos, lo cual es un importante insumo para la elaboración del Plan Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.

Ponemos a disposición del público en general y en especial de las organizaciones públicas, privadas, comunales, así como de la academia que trabajan por los bosques andinos del Perú, este estudio y los invitamos a conocer los frutos de estos 25 años de investigación científica sobre los bosques naturales andinos del Perú.

Fabiola Muñoz Dodero

Directora Ejecutiva / Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR)

Albert Bokkestijn

Director / Programa Bosques Andinos

El estudio analiza la producción científica en manejo de bosques andinos naturales en Perú, a partir de información derivada de la base de datos Scopus, Science Direct, Thomson Reuters Web of Science y Google Scholar durante el periodo 1990-2015. Está motivado por la relevancia de incluir las necesidades de información sobre manejo de bosques andinos en las agendas de investigación, como lo es, el Plan Nacional de Investigación Forestal y de Fauna Silvestre.

A partir de estadísticas descriptivas de 510 artículos en 193 revistas científicas y agrupados en 28 categorías analíticas se presentan comparaciones entre periodos de años, temas, rangos altitudinales, sitios de investigación, organismos estudiados y metodologías aplicadas. Los resultados destacan un avance creciente en las publicaciones a través de los años, casi duplicándose en los últimos cinco años, y la importancia de promover el involucramiento de investigadores nacionales en grupos multidisciplinarios de trabajo internacional. Los investigadores peruanos publican más en revistas nacionales indexadas y no indexadas que en revistas internacionales.

Los temas con mayor registro de publicaciones a través de los años fueron los siguientes: sistemática y taxonomía (26%), composición de especies (15%) y biogeografía (11%); constituyendo casi el 50% de la investigación generada en los últimos 25 años. En la actualidad, uno de los temas con interés creciente es el efecto del cambio climático en la diversidad. Entre los temas a fortalecer se encuentran la relación del ser humano con sus bosques, servicios ecosistémicos, adaptación biológica y fisiología vegetal, ecología de poblaciones y comunidades, poblaciones en comunidades (interacciones), restauración y cambio climático. Los pisos altitudinales menos estudiados son aquellos por encima de 3500 msnm y por tipo de bosque son los bosques montanos xéricos y los bosques altoandinos. La región con mayor concentración y diversidad de temas de estudio es el Cusco seguido con números menores por otras regiones.

Se concluye que es necesaria la creación de redes de investigación que conecten a investigadores dentro de una misma región y por temas y se genere un repositorio de investigaciones en una plataforma eficaz que permita su divulgación. Asimismo, se requiere el apoyo en la indexación, la mejora de revistas científicas nacionales a estándares internacionales, la sostenibilidad financiera para proyectos de investigación y la dedicación profesional del capital humano especializado. Por último, se requieren sinergias nacionales e internacionales que respondan a las demandas locales y regionales y que contribuyan a la agenda nacional.

Los bosques andinos abarcan una amplia diversidad de ecosistemas montañosos, los mismos que pueden ser agrupados de acuerdo a su régimen climático en secos (bosques andinos xéricos), estacionalmente húmedos (bosques andinos pluvioestacionales) y húmedos (bosques andinos pluviales). Los patrones característicos de su distribución están en función de los diferentes gradientes ambientales existentes: elevación, temperatura mínima y precipitación total (Cuesta et al. 2009). Estos bosques se encuentran ligados a atributos de biodiversidad (p.ej. elevados niveles de endemismo y riqueza), provisión de bienes y servicios ecosistémicos clave (p.ej. regulación hídrica) y alto nivel de amenaza por deforestación y degradación (García y Parra 2011, Tejedor et al. 2014), por lo que la generación de conocimiento sobre los mismos es de suma importancia.

A nivel global la extensión de los bosques naturales andinos se estima en 10 337 612 km² de las cuales 329 806 ha es bosque nativo andino (FAO 2010). En el caso de los Andes Tropicales estos cubren una extensión de 1 543 000 km² desde el oeste de Venezuela hasta la frontera entre Bolivia, Chile y Argentina (Josse et al. 2009). En relación al área total, la extensión de los bosques andinos en Perú es de 33,2% para los pluviales, 38,2% para los pluvioestacionales y 22,3% para los xéricos (Cuesta et al. 2009). Asimismo, los bosques andinos en Perú pueden presentarse en dos formas de distribución: los bosques continuos que ocurren a lo largo de la vertiente oriental y la parte norte de la vertiente occidental, y los bosques fragmentados que ocupan áreas por encima de la línea de árboles en la ladera oriental, la parte alta de los valles interandinos y la vertiente occidental (Young y Valencia 1992).

Los esfuerzos de investigación en ecosistemas de bosques andinos han sido menores en comparación con los de otros ecosistemas forestales como los bosques tropicales de tierras bajas. La información científica sobre bosques andinos se encuentra fragmentada y es de difícil acceso para procesos clave de toma de decisiones sobre la conservación y manejo sostenible de estos ecosistemas. Algunos de los temas importantes para los cuales se requiere sistematizar la información existente y llenar los vacíos de información incluyen los siguientes: ubicación y extensión de ecosistemas andinos, composición y estructura de comunidades de flora y fauna, prácticas de uso y manejo de poblaciones locales, prácticas de restauración de funcionalidad ecosistémica y los riesgos y amenazas frente a presiones externas como el cambio climático.

En este contexto, el objetivo principal del estudio que se presenta en esta publicación es conocer el estado del arte científico sobre el manejo de bosques naturales andinos en Perú como insumo para el diagnóstico del Programa de Ciencia y Tecnología Forestal del Plan Nacional de Investigación Forestal y de Fauna Silvestre que lidera el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), y que parte de un trabajo de sistematización de la información científica generada en los últimos 25 años (1990-2015) y publicada en revistas científicas.

Cabe mencionar que actualmente el SERFOR impulsa una estrategia decidida de desarrollo y promoción de la investigación a lo largo de la cadena forestal y fauna silvestre del país. Con este propósito, asume la tarea de dotar al sector de un Programa Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación Forestal Maderable y no Maderable, que sirva a su vez de insumo al Plan Nacional de Investigación Forestal y de Fauna Silvestre y que guie las acciones prioritarias en esta materia, en el corto y mediano plazo.

Como parte de este estudio se identificaron temas claves para los cuales fue necesario sistematizar información existente y llenar vacíos de información. Estos temas incluyen la ubicación y extensión de ecosistemas andinos, la composición y estructura de comunidades de flora y fauna, las prácticas de uso y manejo por poblaciones locales, las prácticas de restauración de funcionalidad ecosistémica y riesgos y las amenazas a la integridad de los bosques andinos. Este trabajo de sistematización se enmarca en los bosques andinos naturales, y no considera a las plantaciones, ni las actividades de reforestación o restauración con especies nativas o exóticas.

La realización del estudio “Evaluación del estado del arte científico en el manejo de bosques naturales andinos en el Perú” contó con el apoyo del Programa Bosques Andinos, iniciativa de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) facilitada por el consorcio HELVETAS Swiss Intercooperation – CONDESAN.



METODOLOGÍA

Este documento analiza la producción científica en bosques naturales andinos en temas de diversidad, manejo, cambio climático entre otros generados para Perú (anexo 1). A partir de un análisis bibliométrico y la información de opinión de investigadores en la temática, se establece el estado situacional de la investigación en bosques andinos en el país.

Análisis bibliométrico

La bibliometría es una disciplina que analiza las bases de datos que incluyen información muy diversa sobre la naturaleza de las publicaciones como son los siguientes: el año de publicación, el país y la institución de afiliación de los autores, los ámbitos científicos a los que pertenecen las publicaciones y palabras clave para caracterizar contenidos, entre otras variables (Rodríguez et al. 2015). El análisis bibliométrico no es más que el análisis cuantitativo (p.ej. estadístico) a partir de dicha información. Los pasos a seguir para este análisis fueron los siguientes:

Construcción de la base de datos

Se construyó una base de datos en Microsoft Excel a partir de las estadísticas de búsqueda del periodo 1990 al 2015 con la base de datos SciVerse Scopus de Elsevier Science (Scopus en lo que sigue) disponible en el portal del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) accesible para los investigadores registrados a un 70% a más de datos en el Directorio Nacional de

Investigadores e Innovadores (DINA) del CONCYTEC <http://proyectos.concytec.gob.pe/access/>. Cabe destacar que Scopus es una de las mayores bases de datos bibliográficos disponibles. Comparadas con plataformas similares provee una mejor cobertura de publicaciones en idiomas diferentes del inglés.

Debido a que las publicaciones de la base de datos Scopus en el portal DINA presentaron en su mayoría el resumen del artículo y no su versión en extenso, se realizó una búsqueda de los artículos encontrados en las bases de datos Science Direct y Thomson Reuters Web of Science, también disponibles en el portal del DINA, y en el buscador Google Scholar (Google Académico). Los artículos no encontrados en extenso por los medios mencionados fueron solicitados a los autores por medio de correo electrónico y páginas personales en Research Gate, Academia.edu o página de la institución del autor principal o coautores.

Asimismo, debido a que no necesariamente las investigaciones en innovación y desarrollo se traducen en publicaciones científicas indexadas se realizó una solicitud vía internet y presencial de literatura publicada en revistas locales no indexadas internacionalmente y documentos de acceso restringido para validar la tendencia en la investigación.

Criterios de búsqueda y agrupaciones

La plataforma Scopus permite obtener estadísticas detalladas para un conjunto amplio de variables. Para nuestra evaluación trabajamos con la información estadística siguiente: publicaciones por año (para analizar tendencias), publicaciones por áreas (para identificar los énfasis temáticos de la investigación) y publicaciones por revista (para identificar elementos de concentración-dispersión en la producción científica).

Las búsquedas sobre bosques naturales andinos se realizaron a partir de los siguientes criterios:

Criterio 1	Bosques andinos y sinonimias en inglés y español (p. ej. andean forest, mountain ecosystem, montane forest) en países andinos, todas las disciplinas.
Criterio 2	Bosques andinos y sinonimias en países andinos restringido a disciplinas de Agriculture and Biological Sciences, Environmental Science, Social Science y Multidisciplinary.
Criterio 3	Bosques andinos y sinonimias en Perú, todas las disciplinas, sin restringir país de afiliación.
Criterio 4	Bosques andinos y sinonimias en Perú sin restringir país de afiliación, restringido a las disciplinas del criterio 2.

Selección de artículos

Para la selección de los artículos encontrados en la base Scopus y las bases de datos complementarias Science Direct, Thomson Reuters Web of Science y Google Scholar se empleó un número amplio de palabras clave o keywords con la finalidad de capturar la mayor variabilidad semántica incluyendo el uso de conectores estándar (AND, OR, "" and *) apropiados en la temática. Si bien la búsqueda de interés fueron los trabajos realizados en Perú se partió de una búsqueda regional (países andinos) donde los avances en Perú pueden ser mencionados. Los temas a buscar en conformidad a los términos de referencia de la consultoría para este trabajo fueron:

Ubicación y extensión de ecosistemas andinos

Composición y estructura de comunidades de flora y fauna

Prácticas de uso y manejo por poblaciones locales¹

Riesgos y amenazas a la integridad de bosques andinos

A partir de esta búsqueda se obtuvieron 1036 artículos científicos en Scopus, a los cuales fueron incorporados 980 artículos presentes en otras bases de datos como Web of Science y Science direct. Luego de la lectura de resúmenes, se seleccionaron solo aquellos artículos desarrollados en Perú y en los temas sobre manejo de bosques naturales andinos utilizando las palabras clave mencionadas en el cuadro 1 y la gramática Scopus en el anexo 1. El total de artículos encontrados luego de los distintos filtros fueron de 510 artículos presentes en 193 revistas científicas, de las cuales seis revistas son peruanas.

¹Incluyendo prácticas de restauración de funcionalidad ecosistémica.

Cuadro 1. Palabras clave utilizadas en la búsqueda en las bases de datos

Geográficos	Ecológicos	Humanos	Climáticos
Mountain	Diversity	Management	Climat* change
Highland	Biodiversity	Conservation	Global warming
Alpin*	Cloud forest	Local knowledge	Adaptation
Subalpin*	Dry forest	Cultural practices	Mitigation
High elevation	Montane forest	Traditional Knowledge	Resilience
Montane	Yungas	Farming	Climat* adapt*
High altitud*	Paramo	Agriculture	Climat* change impact*
	Puna	Shifting cultivation	Environment* change
	Mountain ecosystem	Mountain development	Vulnerability
	Andean forest	Food security	
	Andean range	Land use	
	Jalca	Productivity	
	Watershed	Participatory management	
	Andean ecosystem	Degradation	
	Forest structure	Local use	
	Montane vegetation	Shifting cultivation	
	Treeline	Livelihood	
	Flora	Livelihood strategies	
	Fauna	Natural resources	
	Erosión	Agroforestry	
	Funtional ecosystem	Local strategies	
	Ecosyst*	Timber products	
	Productivity	Restaura*	
		Model*	
		Revegeta*	
		Tecnología	
		Aprovechamiento	
		Harvest*	
		Impact*	

Construcción de la base de metadatos

Cada hallazgo de búsqueda fue guardado en el programa EndNote x7.4 (trial versión) o digitalizado directamente en una base de datos Excel. El programa EndNote permitió almacenar los artículos, abstracts o resúmenes y citación, eliminar hallazgos duplicados y poder ser convertido en una base de datos Excel para su posterior clasificación. Los campos utilizados en la sistematización se indican en el cuadro 2.

Cuadro 2. Contenido de la matriz de sistematización de la búsqueda de datos.

Campo	Descripción
Autor (es)	Apellidos y nombres de los autores del artículo
Título	Nombre completo del artículo científico
Revista	Nombre completo
Año	Año de la publicación
Volumen	Indica el número del volumen de la publicación
Número	Indica el número de la publicación
Páginas	Indica el rango de páginas
DOI	Digital Object Identifier que es el indicador más usado hoy en día para identificar los artículos científicos electrónicos, revistas completas, partes de artículos, audios, vídeos, imágenes e incluso software
Categoría de grupo de estudio	Organismo o ecosistema (como ámbito que informa sobre varios factores bióticos y abióticos) de estudio
Tema	Prioridad de la investigación
Subtema	Otros alcances de la publicación
Categoría analítica	Término que resume la información proporcionada en el artículo. El filtro para ingresar en cada categoría son el tema y subtema y la información proporcionada en el texto completo del artículo
Ámbito general	Andes, bosque montano, bosque xérico montano, premontano, puna, jalca, bosque remanente, bosque de Polylepis, valle interandino, andes de vertiente occidental, andes vertiente oriental, andes del centro, andes del norte, andes del sur
Lugar	Sitio específico donde se desarrolla la investigación mencionado en el artículo
Provincia	Nombre político de la provincia mencionada en el artículo donde se desarrolla la investigación
Región	Nombre político de la región mencionada en el artículo donde se desarrolla la investigación
Altitud o rango altitudinal	Altitud sobre el nivel del mar o rango altitudinal que es mencionado en el artículo donde se desarrolla la investigación
Metodología	Parcelas, transectos, análisis filogenético, climatológico, morfométrico, fenológico, genético, descriptivo, espacial, taxonómico, etc.
Recurso	Disponibilidad del artículo en extenso o en resumen en la base de datos

Información complementaria

Para complementar la información obtenida en el análisis bibliométrico y para conocer la situación actual, fortalezas y debilidades del sistema de investigación científica en Perú, en materia de bosques andinos, se realizaron entrevistas semiestructuradas a partir de un muestreo no probabilístico y aplicando la técnica de bola de nieve o curva de saturación tomando las siguientes consideraciones:

- a. Investigador/ director, coordinador o equivalente (hombre o mujer) cuya línea de investigación son bosques andinos en los temas de interés de la consultoría. Puede pertenecer a una universidad privada o estatal u institución privada o gubernamental o nacional o internacional o trabajar como consultor independiente en Perú.
- b. Participación voluntaria y disponibilidad de tiempo.

Temas de validación tratados en la entrevista

- Línea de investigación tema y subtemas,
- Tiempo de trabajo en el campo de bosques andinos,
- Lugares donde ha realizado investigación,
- Tipo de publicaciones generadas por su grupo de trabajo (p.ej. artículos científicos, trabajos de tesis, libros, recursos en internet, artículos divulgativos o folletos informativos),
- Número aproximado de publicaciones generadas (distinguir entre indexadas y no indexadas) que puede ser rango 1 a 3, 3-5, 5-10 o más de 10,
- Accesibilidad de sus publicaciones (p.ej. disponible en internet, biblioteca u otro),
- Mención a 5 publicaciones de relevancia,
- Fuente de financiamiento para la realización de su trabajo en bosques andinos (p.ej. agencia nacional, internacional, beca, recursos propios u otro),
- Colaboraciones para la realización de su trabajo en bosques andinos,
- Temas que cree deben ser priorizados en la investigación en bosques andinos. Distinguir si es por no existir información (vacío) o porque es necesario incrementar la investigación en dicho tema,
- Mención a los Proyectos financiados en los últimos 10 años, duración y monto financiado,
- Página web o donde se puede acceder a mayor información,
- Capacitación o formación de recursos humanos en los últimos 5 años en la temática de bosques andinos (p.ej. practicantes, tesistas, pasantes u otro),
- Mención a 5 instituciones o grupos de investigación claves en bosques andinos.

A large, spreading tree with a mix of yellow and green leaves stands prominently in a lush, green forest. The tree's branches are thick and dark, and its canopy is dense with foliage. The background is filled with other trees and dense vegetation, creating a vibrant, natural setting.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Para el análisis a nivel nacional se tomó en cuenta la división política del país en regiones y el rango de distribución de los bosques andinos de acuerdo a la definición de ecosistemas de montaña y/o bosques naturales andinos (xérico, pluviestacional y pluvial) adoptada en este trabajo. Asimismo, se hizo una división de temas y subtemas a partir de la lectura de los objetivos presentados en cada publicación y articulándolo con las palabras clave de la búsqueda. Se agruparon los resultados en 28 categorías analíticas y cuatro rangos altitudinales cada 1000 metros. Cabe señalar que se excluyeron temas sobre plantaciones forestales, reforestación y/o restauración con especies nativas o exóticas materia de otro trabajo, aspectos de producción ganadera y agrícola, conflictos sociales, medicina humana, construcción civil, acuicultura, minería, arqueología y política agraria que se encontraron durante la búsqueda y que no presentaron información relevante para la temática de manejo de bosques naturales andinos. A continuación se detallan los resultados del análisis.

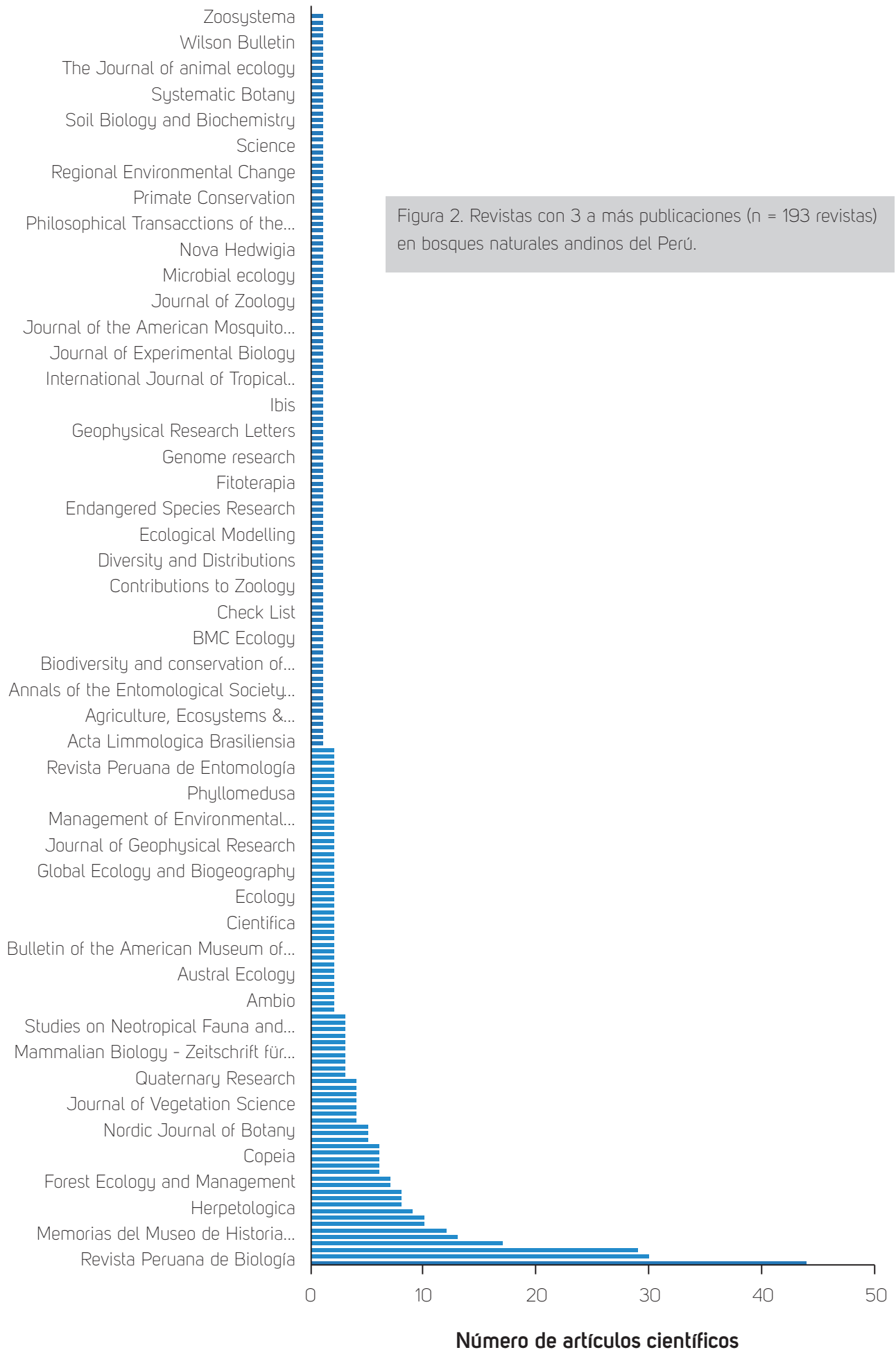
PANORAMA GENERAL DE LA

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA PARA PERÚ

© Jan R. Baiker

El número total de publicaciones científicas encontradas para el periodo 1990-2015 fue de 510 artículos científicos. En este rango se destaca un pico de publicaciones en el año 1992 cuyos artículos provienen del Simposio Biogeografía, Ecología y Conservación del Bosque Montano en el Perú publicado en las Memorias del Museo de Historia Natural nro. 21 (Young y Valencia 1992). Este documento es incluido en la revisión de artículos científicos por su especial relevancia para el país, al constituir el primer esfuerzo nacional de sintetizar la investigación generada en bosques montanos durante 20 o 30 años hasta la fecha del evento, y que comprende investigaciones realizadas por científicos nacionales e internacionales en Perú. Sin incluir esta publicación puede notarse un crecimiento exponencial a través de los años con una ligera declinación entre el 2008 y 2009 siendo los años con mayor producción científica hasta el momento el 2011, 2012 y 2014, figura 1. Por otro lado, gran parte de la investigación realizada por científicos nacionales es publicada en español y en revistas nacionales que progresivamente están siendo indizadas en distintas bases de datos. Las revistas nacionales indizadas contienen el 17,1% de las publicaciones y revistas en proceso de indización el 3,9% siendo el 79% en revistas extranjeras donde pueden hallarse la mayoría de publicaciones registradas en este estudio (figura 2).





Panorama por temas y subtemas tratados en el periodo 1990 - 2015

Se crearon 28 categorías analíticas para organizar los temas y subtemas tratados en cada artículo de acuerdo a términos utilizados comúnmente en textos en Ecología (ver ejemplo Odum 1986). El avance en cada categoría analítica puede observarse en la figura 3 y por periodo de cada 10 años en las figuras 4 al 6. Los temas y subtemas incluidos en cada categoría pueden examinarse para cada periodo en los anexos del 3 al 5.

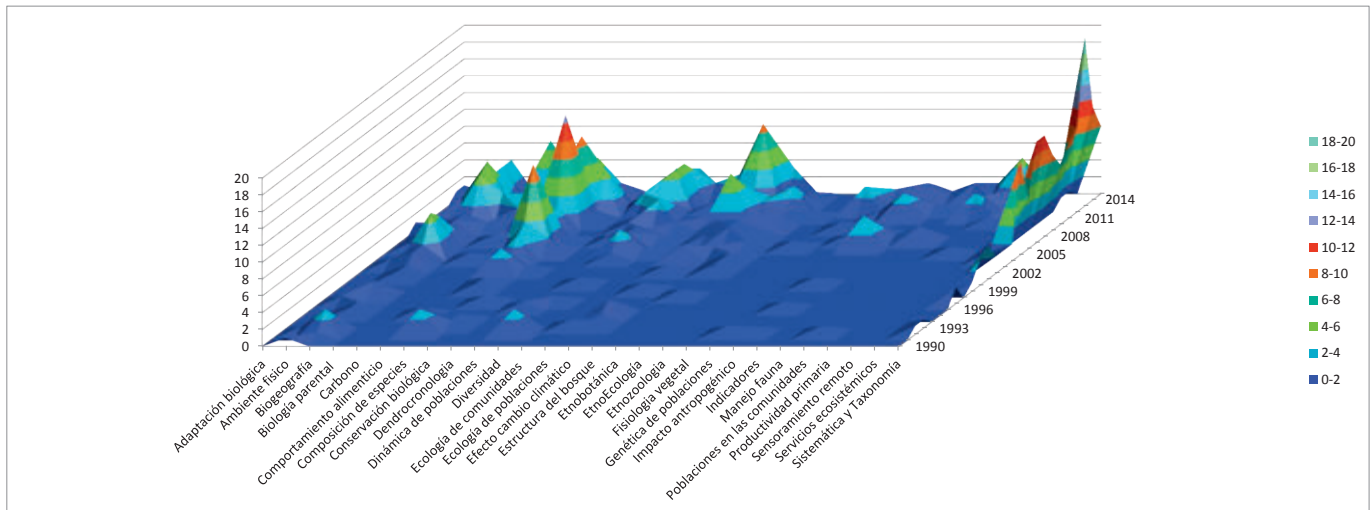


Figura 3. Evolución de la investigación por categoría analítica en un rango de 25 años (1990 - 2015).

La figura 3 muestra un incremento en la investigación en la mayoría de categorías analíticas en los últimos 10 años. Los primeros 5 años (1990 – 1995) son dominados por los temas de biogeografía, composición de especies, diversidad y sistemática y taxonomía. Por otro lado, existe un vacío de información o la información es limitada en las categorías de la relación del ser humano con la biodiversidad, carbono y servicios ecosistémicos entre 1990 y 2000, apareciendo progresivamente en los siguientes años. A continuación se describe cada periodo.

Periodo 1990 – 1999

El periodo 1990-1999 presentó 14 categorías analíticas y se caracterizó por la concentración de estudios de biogeografía en aves (Fjelsa 1992, 1995) y mamíferos, con los primeros análisis filogenéticos para entender los orígenes y relaciones de la biota para los Andes (p.ej. murciélagos frugívoros descrito por Patterson et al. 1992) y estudios de sistemática para conocer la evolución de roedores (Patton y Smith 1992). Otros temas importantes fueron los estudios en composición y diversidad florística (p.ej. Gentry 1992, León et al. 1992, Cano y Young 1994) y distribución y conservación biológica de aves (p.ej. Fjeldsa 1992, 1993, 1995; Brumfield y Remsen 1996). A nivel de

ecosistema se tuvo un interés por caracterizar la riqueza de especies y el entender el efecto del cambio climático en la biodiversidad a partir del conocimiento del pasado (Clapperton et al. 1993, Hansen et al. 1994). Los impactos hacia el ecosistema están referidos a la deforestación producto del cultivo de coca o a la presión humana por el incremento de áreas de cultivo (Young 1996, 1997) y el uso de especies de bosque montano y paramo (p.ej. La Torre-Cuadros y Ceroní 1998). El número de artículos encontrados para este periodo por categoría analítica fue de 41 y se detallan en la figura 4 y el anexo 3.



Periodo 2000 – 2009

El periodo 2000-2009 presentó 23 categorías analíticas y se caracterizó por la concentración de estudios de sistemática y taxonomía, composición de especies y biogeografía, figura 5 y anexo 4. En sistemática y taxonomía destacan las descripciones de especies de anfibios, insectos (p.ej. Lehr 2005, 2007, Lehr et al. 2002, 2007, 2009; Hall et al. 2005) y flora (p.ej. Mione 2000, Monsalve y Cano 2005). En flora se destacan también los trabajos en composición de especies como los de León (2006) en la Revista Peruana de Biología y los aportes de Mendoza (2005) y Servat, Mendoza y Ochoa (2002) para el caso de *Polylepis*. Por último, el tema de biogeografía se enfoca a conocer el patrón de distribución de aves (p.ej. Herzot et al. 2009), especies o géneros de plantas (p.ej. Calderón et al. 2004, Scheldeman et al. 2006) o entender los patrones existentes en los ecosistemas (p.ej. Luna-Vega et al. 2001). Cabe destacar que el tema de carbono en este periodo está ligado al monitoreo de reservas de carbono (p.ej. Lapeyre et al. 2004, Zimmermann 2009) y la agroforestería (p.ej. Antle et al. 2007). Asimismo, el efecto del cambio climático es estudiado para conocer su influencia en la distribución de especies (p.ej. Weng et al. 2004, Jamenson y Ramsay

2007) y el entendimiento de eventos extremos (Aceituno et al. 2008). Los temas como manejo de fauna y comportamiento alimenticio están ligados al conocimiento de la cacería y la dieta de mamíferos (anexo 4).

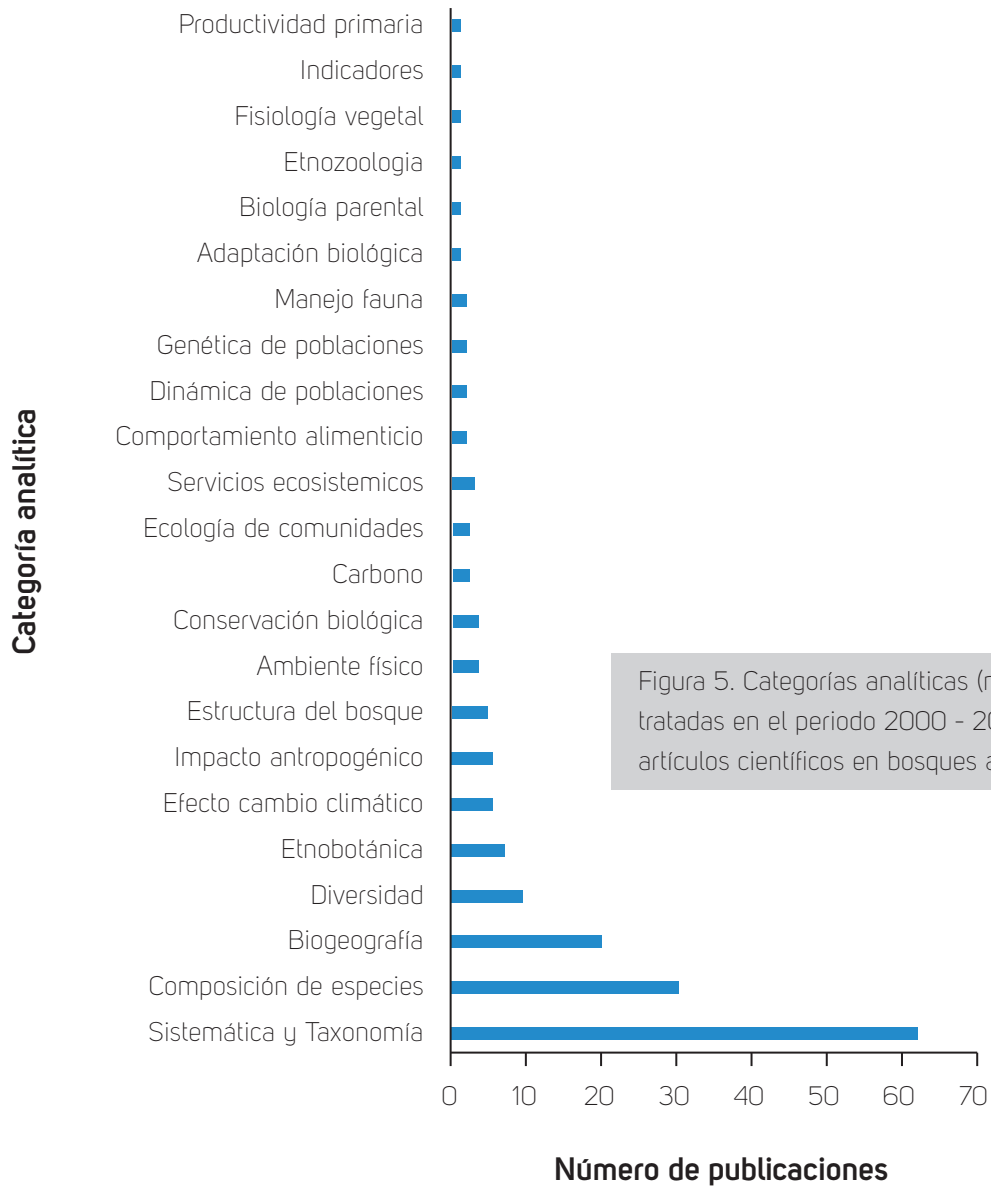


Figura 5. Categorías analíticas (n=23) tratadas en el periodo 2000 - 2009 en artículos científicos en bosques andinos.

Periodo 2010 – 2015

El periodo 2010-2015 (agosto) presentó 27 categorías analíticas y se caracterizó por la concentración nuevamente de estudios en sistemática y taxonomía pero con el propósito de entender las relaciones filogenéticas en la fauna (p.ej. Chávez et al. 2012 y 2014, Venegas et al. 2012 y 2013, Jankowski et al. 2012, Castro et al. 2015), composición de especies en especial de flora (p.ej. Sánchez 2010, Trujillo 2013) y anfibios (p.ej. Alvarado et al. 2013; Catenazzi et al. 2011 y 2014). Asimismo, figuran muy ligados a los estudios de diversidad los temas de efecto del cambio climático y carbono; donde la estrategia para lograr los objetivos de medición de patrones y entendimiento de procesos es el empleo de parcelas permanentes en gradientes altitudinales (p.ej. Rapp y Silman

2012 y 2014, Girardin et al. 2010, 2013 y 2014; Feeley y Silman 2010 y 2011; Ledo et al. 2012, 2013 y 2015), figura 6. Cabe destacar que en este periodo el estudio de carbono está ligado al monitoreo de las fuentes de carbono a consecuencia del cambio climático y la deforestación (figura 6 y anexo 5).

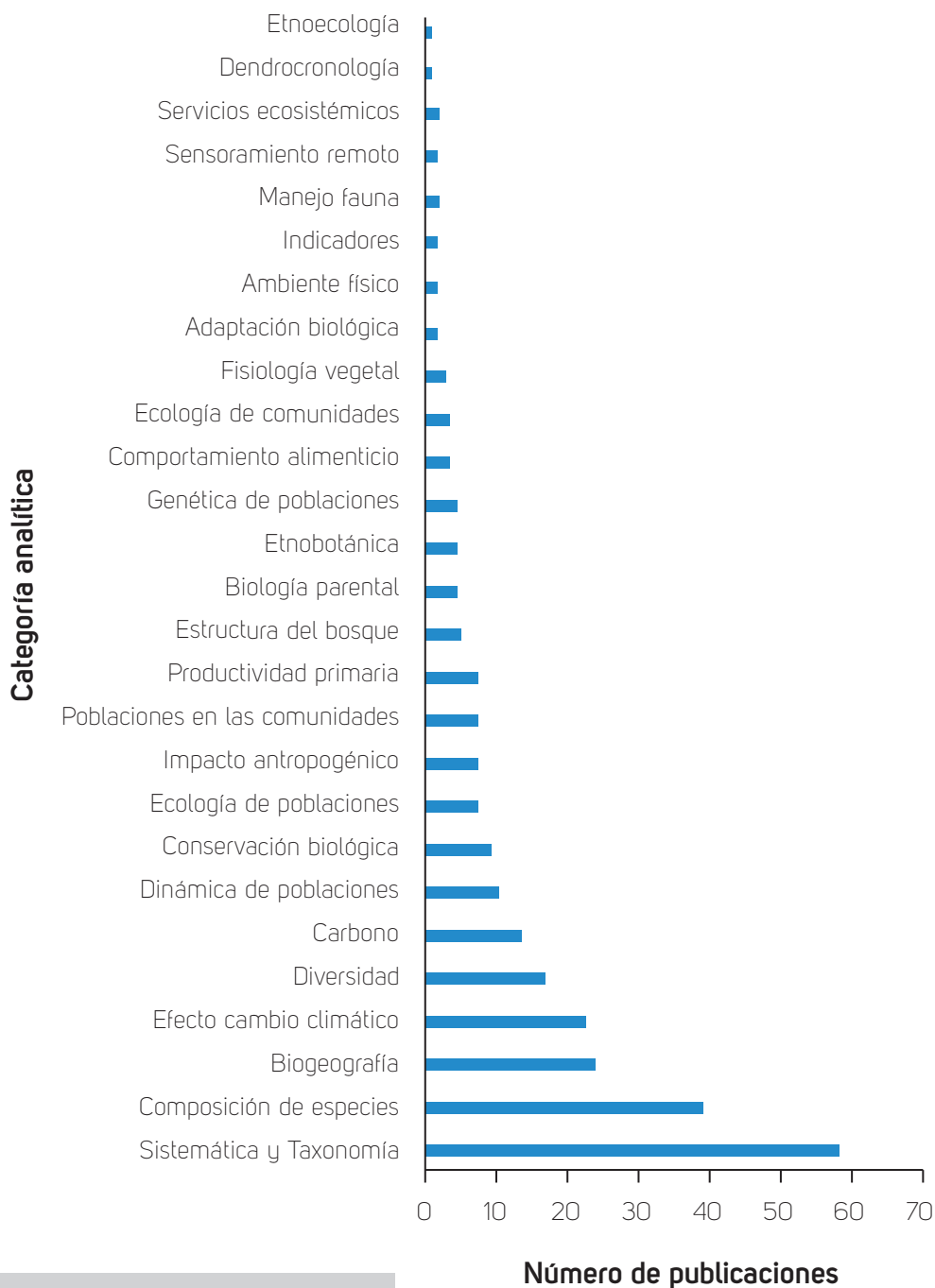
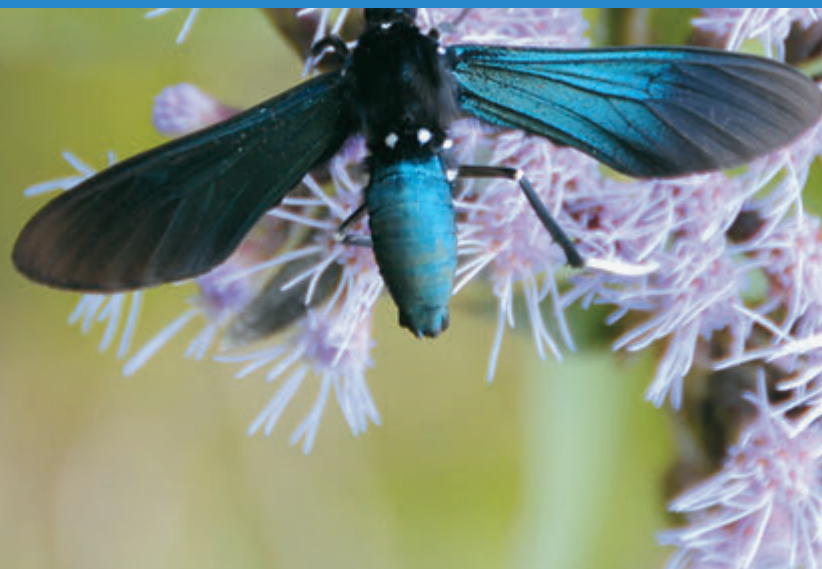


Figura 6. Categorías analíticas (n=27) tratadas en el periodo 2010 - 2015 en artículos científicos en bosques andinos.

PANORAMA DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO

POR GRUPOS TAXONÓMICOS Y EL ECOSISTEMA

COMO ÁMBITO POR PERIODO DE AÑOS



© Jan R. Baiker

A nivel general de los 510 artículos científicos analizados, la fauna con 230 publicaciones fue el grupo más estudiado seguido por el de flora con 173 publicaciones, el ecosistema con 108 publicaciones y otros grupos como briofitas, líquenes y microbios con 3 publicaciones. De la fauna los grupos taxonómicos más estudiados fueron las aves y los anfibios con más de la mitad de información (52%) en temas de sistemática y taxonomía y los insectos con 23%, figura 7 y anexo 6. En cuanto a las plantas, el 24% fueron publicaciones en temas de sistemática y taxonomía y el 20% en composición de especies como los de mayor frecuencia. El ecosistema como ámbito incluyó temas como el efecto del cambio climático (23%), impacto antrópico (12%) y carbono (12%). El conocimiento local sobre el bosque andino fue restringido al uso de especies y manejo de la fauna y se encontró un vacío en la documentación sobre prácticas tradicionales para el manejo forestal. Estas situaciones podrían ser consecuencia de plantear investigaciones sin considerar lo que sucede en el complejo socioecológico; es decir, donde el ser humano es un elemento más que interactúa con los demás elementos del ecosistema, por ser parte de este todo, y en consecuencia las posibilidades de lo que suceda en uno u otro son altas debido a la estrecha relación entre ellos (ver cuadro 3). Este hallazgo debe constituir una oportunidad para fortalecer los estudios actuales o generar investigaciones integrando este planteamiento donde no los hay.

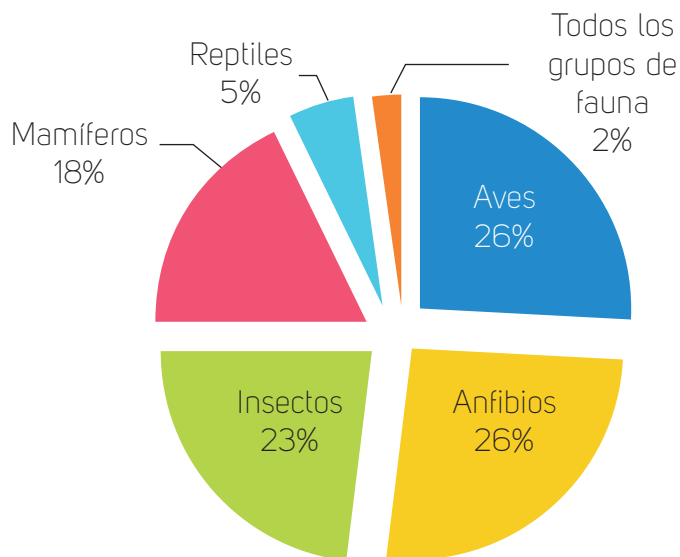


Figura 7. Grupos taxonómicos más estudiados en relación a fauna (n=510 artículos)

A nivel particular la evolución de la investigación en bosques andinos por grupos taxonómicos por periodos de 10 años se muestran a continuación:

Periodo 1990 – 1999

Los resultados nos indican que a excepción de la publicación de Memorias del Museo de Historia Natural que compila a muchos de los autores nacionales en el periodo 1990-1999, la presencia de autores nacionales en revistas indexadas internacionalmente fue casi nula (1 solo autor nacional registrado en esta búsqueda para este periodo, ver base de metadatos). En el periodo 1990-1999 se publicó internacionalmente principalmente en Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology; Brittonia y Bird International, y que a su vez coincide con los grupos taxonómicos más estudiados en esos años como son las aves y plantas y, el ecosistema, figura 8.

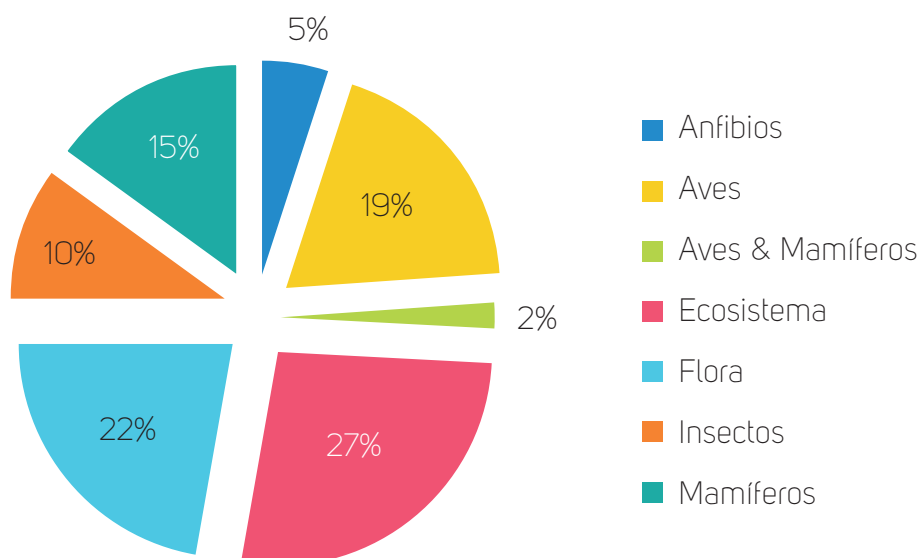


Figura 8. Porcentaje de publicaciones (n=41) por grupo taxonómico estudiado incluyendo el tema de ecosistema para el periodo 1990 - 1999.

Periodo 2000 - 2009

Para el periodo 2000-2009 se registra un auge de la divulgación científica en revistas nacionales indizadas internacionalmente y de libre acceso como son la Revista Peruana de Biología² de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, la Revista Ecología Aplicada (fundada en diciembre del 2002) de la Universidad Nacional Agraria La Molina y la Revista Arnaldoa de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo. El grupo más estudiado durante este periodo fueron las plantas (39%) seguido por los anfibios (20%) para un total de 181 publicaciones, figura 9. Asimismo, aunque la mayoría de científicos optan por publicar principalmente en las dos primeras revistas nacionales mencionadas, se registraron alrededor de 12 científicos nacionales participando como autor principal o coautor en revistas internacionales indizadas como: Herpetologica, Zootaxa, Journal of Herpetology, Herpetological Monographs, Biodiversity and Conservation, Ardeola, Mammalian Biology, Chloris chilensis, Philosophical Transactions of the Royal Society. De estas, las revistas especializadas en herpetología son empleadas para nuevos registros o descripciones.

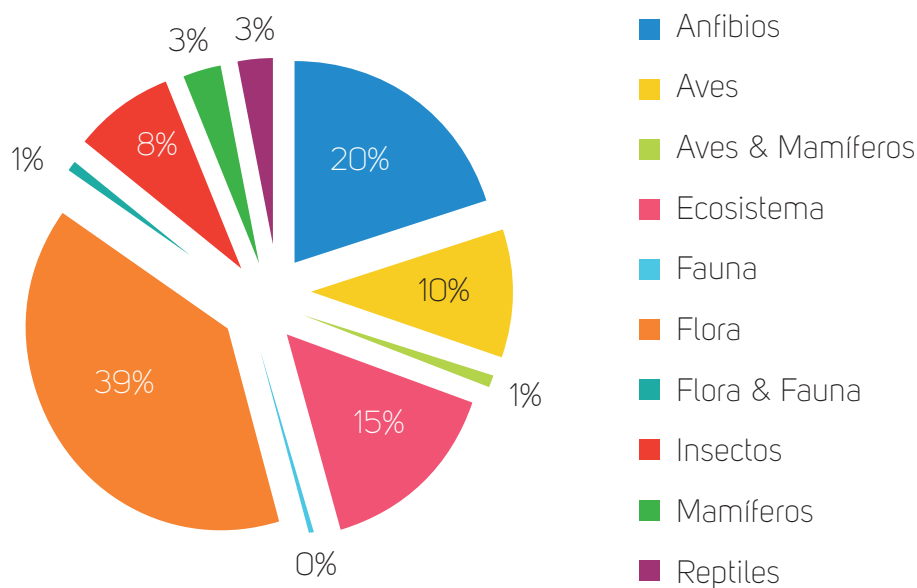


Figura 9. Porcentaje de publicaciones (n=181) por grupo taxonómico estudiado incluyendo el tema de ecosistema para el periodo 2000 - 2009.

Periodo 2010 - 2015

El periodo 2010 hasta el 2015 se distingue por la generación de un número mayor de publicaciones (n = 288) en un periodo más corto. Se mantiene la mayor presencia de artículos científicos en revistas nacionales; sin embargo, existe un mayor involucramiento de científicos peruanos en una gama de revistas internacionales y como parte de equipos de trabajo (p.ej. Andes Biodiversity and Ecosystem Research Group - ABERG). La presencia de científicos peruanos como autor principal o coautor están en revistas como Global Change Biology, Zookeys, Plant Ecology & Diversity, Journal of Biogeography, Plos One, Forest Ecology and Management, BMC Ecology y Mammalian Biology, entre otras. Las categorías más estudiadas fueron las plantas y el ecosistema como

ámbito. Este resultado es coincidente con la tendencia de publicación en las revistas de mayor representación en este periodo, figura 10.

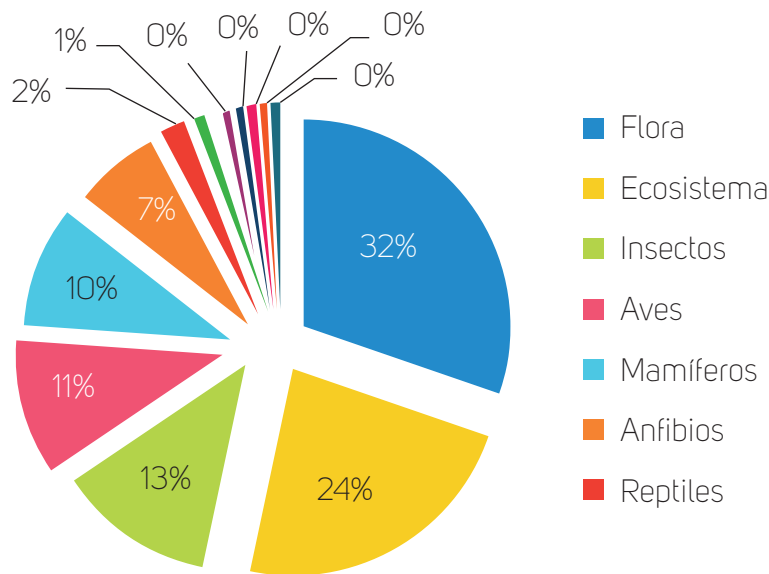


Figura 10. Porcentaje de publicaciones (n=288) por grupo taxonómico estudiado incluyendo el tema de ecosistema para el periodo 2010 - 2015.

² La Revista Peruana de Biología fue fundada en 1974 por la Asociación de Biólogos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Desde 1974 hasta 1994 fueron publicados un total de 4 volúmenes y 6 números. Desde 1998 la Revista Peruana de Biología fue cedida por la Asociación de Biólogos a la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNMSM, constituyéndose en el órgano oficial para sus publicaciones científicas y a partir del 2006 cuenta con una versión digital de libre acceso en internet.

PANORAMA DEL NIVEL DE CONOCIMIENTO

POR GRUPOS TAXONÓMICOS Y EL ECOSISTEMA

COMO ÁMBITO POR CATEGORÍA ANALÍTICA

Se realizó una cuantificación de las publicaciones referidas a los grupos taxonómicos en fauna (anfibios, reptiles, aves, mamíferos e insectos) y flora, además de aquellos integrales bajo la modalidad de ecosistema. De estos, la flora fue el grupo más estudiado seguido de la fauna y ecosistema. A continuación se detallan los resultados por grupo y los métodos aplicadas en la mayoría de dichos estudios.

Análisis por grupos taxonómicos y ecosistema como ámbito

Anfibios

Para el caso de los anfibios de 60 artículos la temática más estudiada en los últimos 25 años fue la composición de especies (73%) seguido en porcentajes menores por la sistemática y taxonomía (8%) y biogeografía (5%). Estos resultados reflejan la abundancia de colecciones durante exploraciones científicas o inventarios seguido de su determinación taxonómica por parte de los herpetólogos, figura 11.

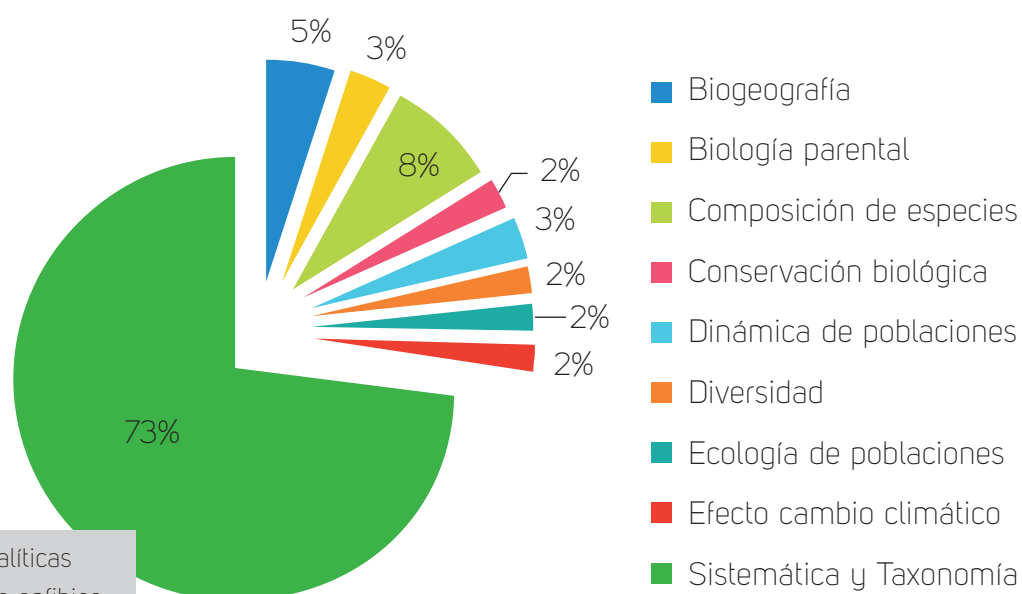


Figura 11. Categorías analíticas estudiadas para el grupo anfibios.

Aves

De 61 publicaciones de aves los temas de mayor relevancia fueron los siguientes: comportamiento alimenticio (21%), biogeografía (20%) y composición de especies (13%), figura 12.

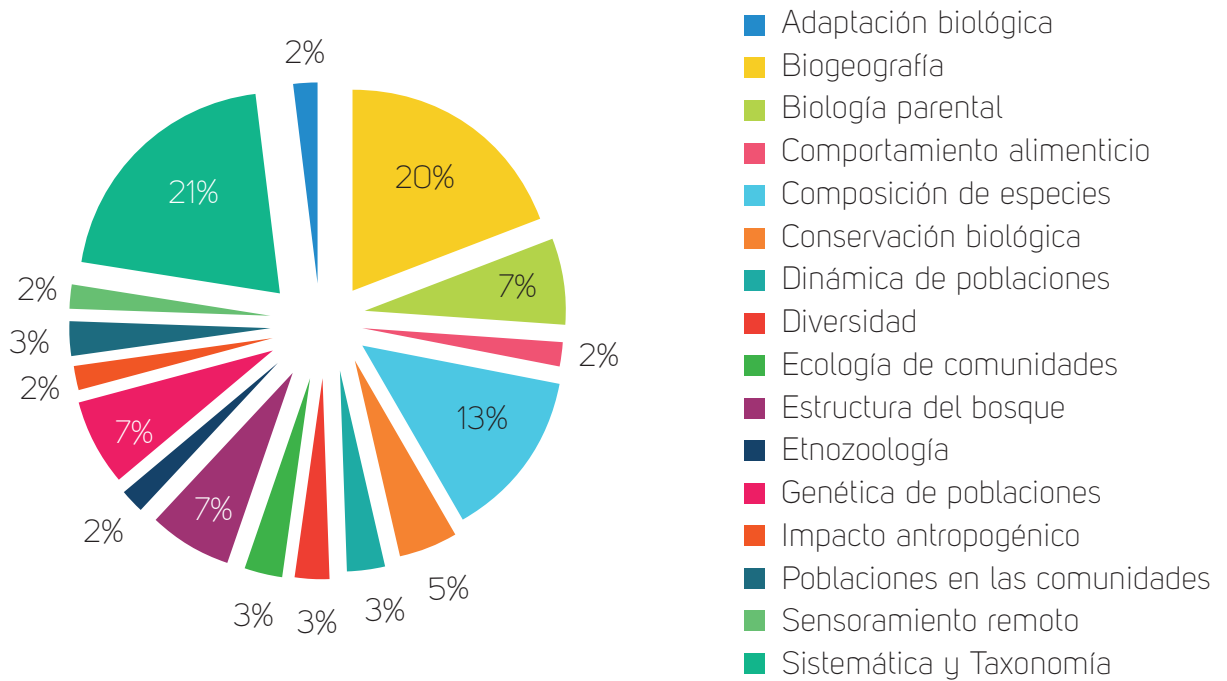


Figura 12. Categorías analíticas estudiadas para el grupo de aves.

Mamíferos

En cuanto a mamíferos de 43 artículos los temas de mayor investigación fueron los siguientes: composición de especies (16%), estudios biogeográficos (16%) y la dinámica de poblaciones (14%). Al igual que las aves se registró una diversidad de categorías analíticas, figura 13.

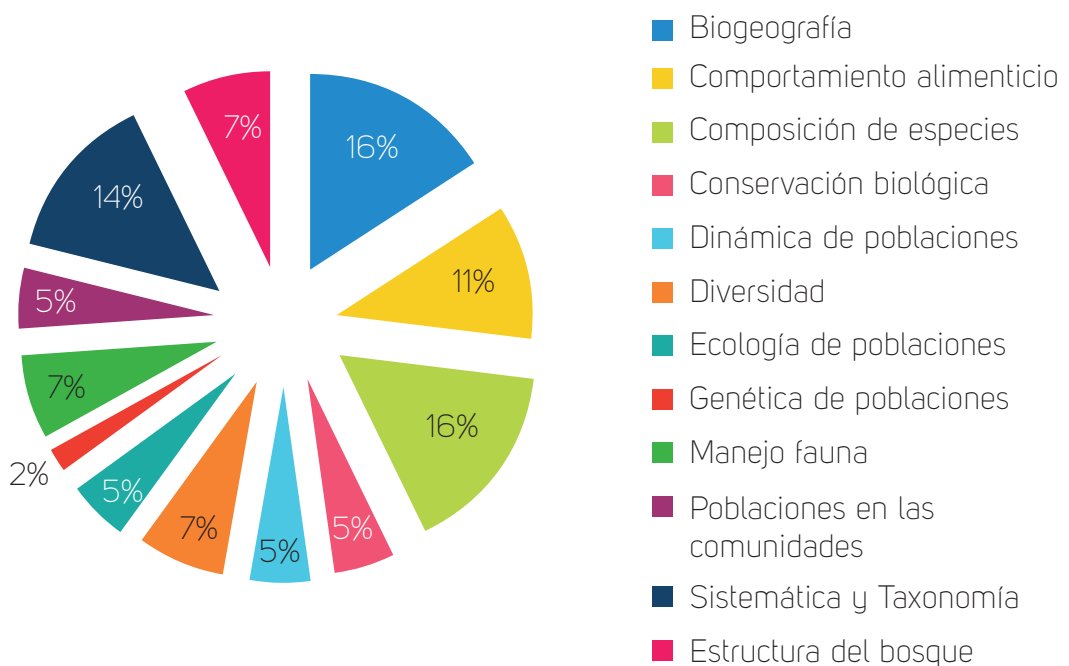


Figura 13. Categorías analíticas estudiadas para el grupo de mamíferos.

Reptiles

La investigación en reptiles (11 publicaciones) estuvo dedicada principalmente a la sistemática y taxonomía lográndose en los distintos periodos la descripción de nuevas especies, ampliaciones de distribución y nuevos registros, figura 14.

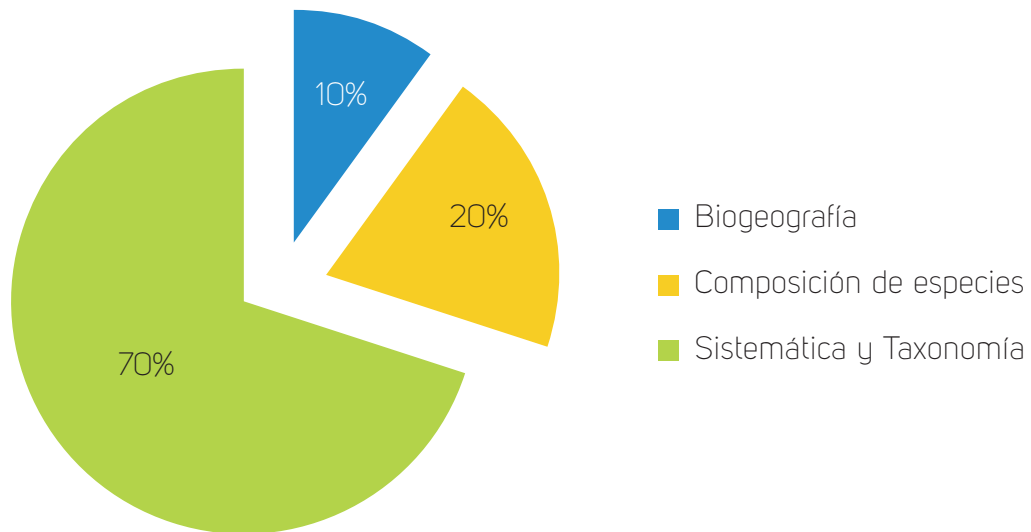


Figura 14. Categorías analíticas estudiadas para el grupo de reptiles.

Insectos

El estudio de los insectos (55 publicaciones) durante los últimos 25 años ha sido de gran relevancia y con especial énfasis en la sistemática y taxonomía (38%) unida a la composición de especies (31%), figura 15.

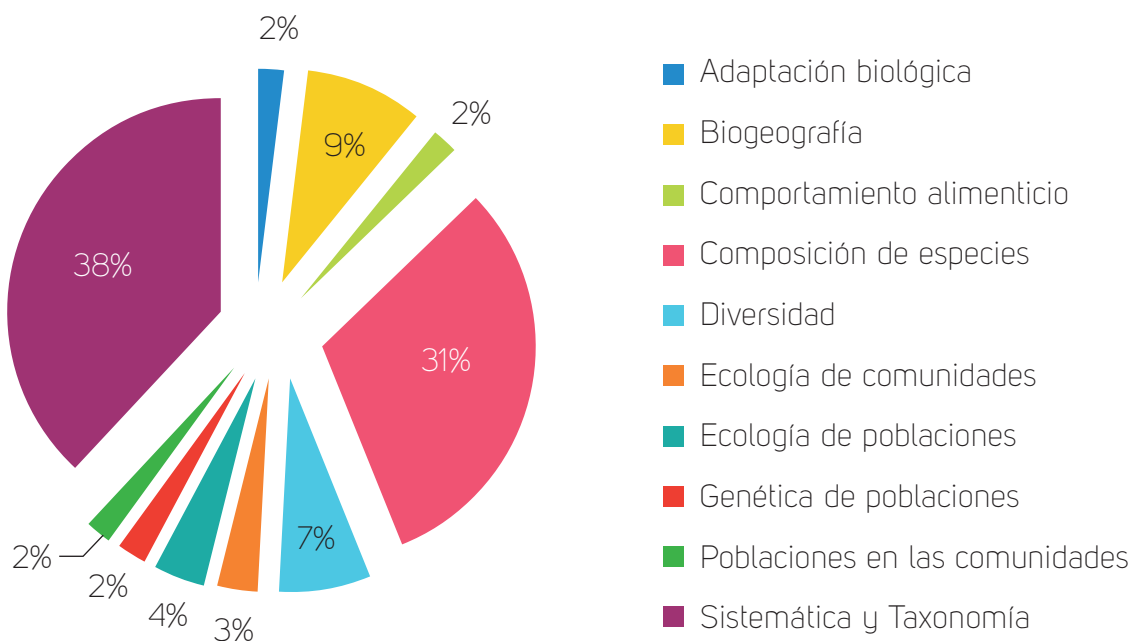


Figura 15. Categorías analíticas estudiadas para el grupo de insectos.

Flora

La investigación en flora (173 publicaciones) se caracterizó por la abundancia de estudios en sistemática y taxonomía (24%), efecto del cambio climático (20%), diversidad (12%) y carbono (9%), figura 16.

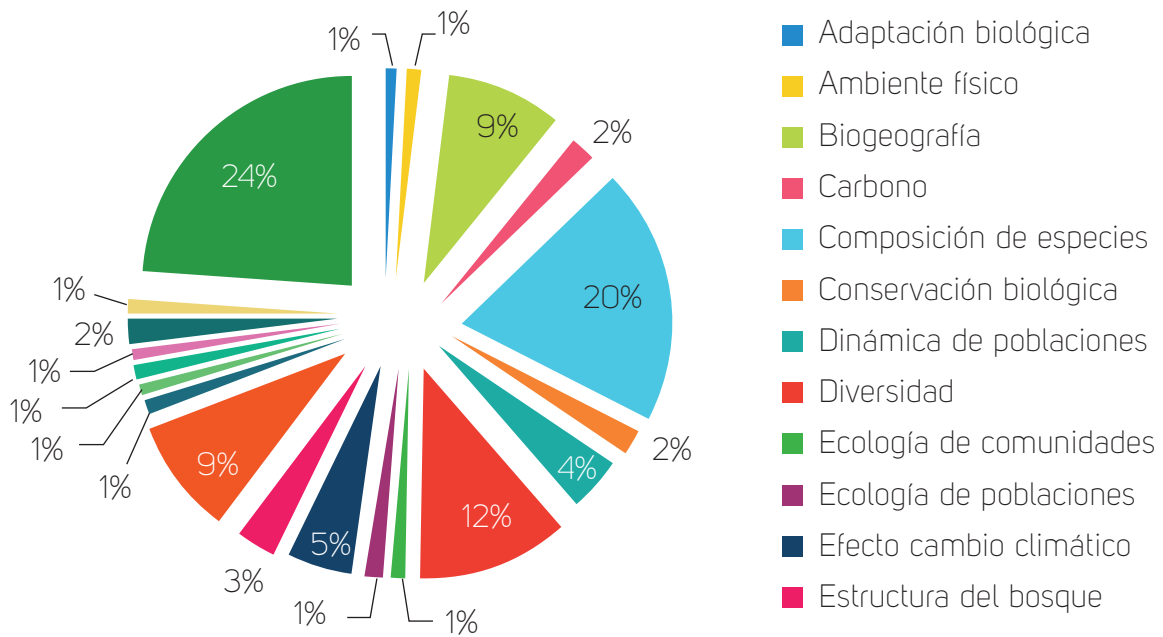


Figura 16. Categorías analíticas estudiadas para flora.

Ecosistema

Finalmente, el ecosistema con 108 publicaciones permitió la confluencia de varias categorías analíticas destacándose el efecto del cambio climático (23%), figura 17.

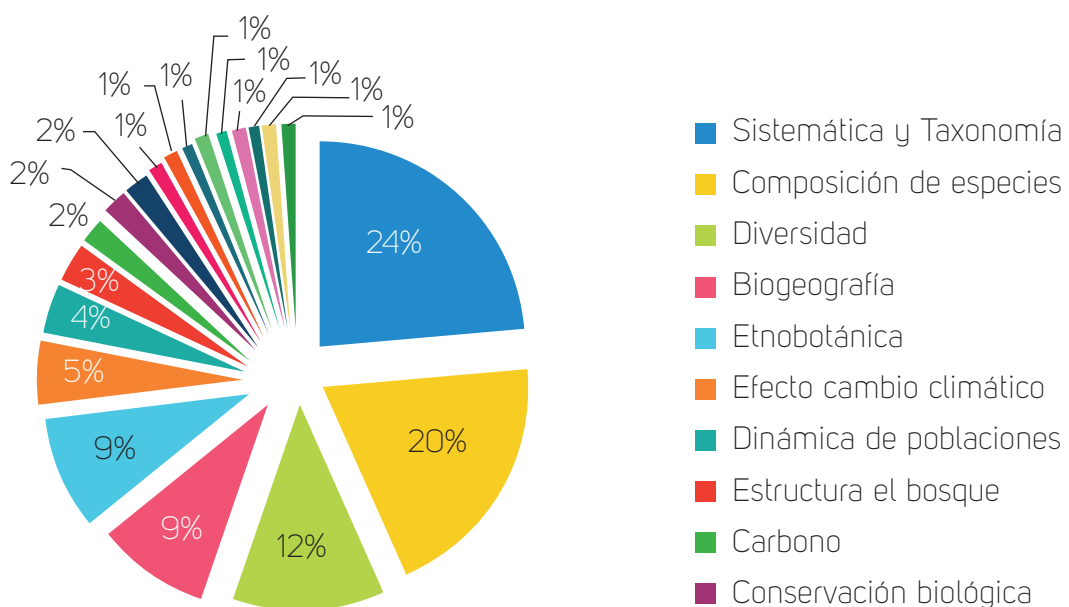


Figura 17. Categorías analíticas estudiadas para el ecosistema.

Métodos aplicados

Se aplicaron distintos métodos en las publicaciones registradas, de estos la colección activa (colecta de especímenes en campo) y/o colección pasiva (revisión de colecciones en herbarios o museos) fueron los más importantes (casi el 42% de los trabajos lo aplicaron). Estos métodos fueron utilizados principalmente para la determinación taxonómica, descripción de la especie o posterior análisis filogenético. Otro importante método que acompañó al conocimiento de la composición y diversidad florística en distintos tipo de gradiente fue el empleo de transectos y parcelas. De estos, alrededor de 28 artículos presentaron parcelas permanentes, lo que constituye el 5,5% del total de publicaciones ($n = 510$). El muestreo utilizando distintos tipos de trampas a lo largo de transectos o parcelas fue utilizado para el registro o cuantificación de especies de fauna y algunos métodos sociales como entrevistas o encuestas para el conocimiento del uso de plantas, animales o el ecosistema. Asimismo, se empleó el sensoramiento remoto para el análisis de la fragmentación, deforestación, hábitats críticos, zonificación y prospección. Cabe destacar que algunos métodos de sensoramiento remoto fueron combinados con el uso de Maxent para la predicción de bosques nativos de *Polylepis* (p.ej. Zutta et al. 2012) y detección del nicho bioclimático del gato andino (p.ej. Marino et al. 2011).



PANORAMA POR RANGOS

Y LUGARES ESTUDIADOS EN

EL PERIODO 1990 - 2015

Para este análisis se consideraron gradientes por encima de los 500 msnm asegurando incluir las zonas de menor altitud de la cordillera donde se ubican bosques andinos. Se hallaron varias publicaciones donde se incluyeron distintos pisos altitudinales y también aquellos que mencionaban el lugar o el tipo de ecosistema sin mencionar un rango altitudinal específico por ser la mayoría estudios amplios o generales. A continuación se detallan los temas encontrados por rango altitudinal, ubicación y similitud o diferencias de temas por región.

Rangos altitudinales

Los rangos altitudinales < 1500-2500 y < 2500-3500 fueron los más similares (aprox. 90% de similitud) en cuanto a temas tratados (30 y 32 temas respectivamente). En cuanto al piso por encima de los 3500 msnm compartió solo 21 temas con el resto de estratos y el piso altitudinal premontano 26 temas compartidos con los distintos estratos. Para bosques andinos en general sin especificar altitud fueron registrados 36 temas. De acuerdo a estos resultados el piso altitudinal por encima de los 3500 sería el menos estudiado, cuadro 6. Los bosques montanos xéricos como tal son los menos tratados también en los estudios.

Por otro lado, los estudios en los otros pisos altitudinales están concentrados en pocas regiones principalmente en Cusco con Arequipa seguido con números menores de artículos en Junín y San Martín con Cerro de Pasco, Cajamarca con Amazonas y La Libertad con Ancash, figura 18 y anexo 7.

Cuadro 3. Temas principales tratados en los artículos evaluados según rango de altitud citado.

Nro.	Categoría analítica	500-1500	< 1500-2500	< 2500-3500	< 3500	No específica
1	Adaptación biológica					
2	Ambiente físico					
3	Biogeografía					
4	Biología parental					
5	Carbono					
6	Comportamiento alimenticio					
7	Composición de especies					
8	Conservación biológica					
9	Dinámica poblacional					
10	Dendrocronología					
11	Diversidad					
12	Ecología de comunidades					
13	Ecología de poblaciones					
14	Efecto cambio climático					
15	Estructura del bosque					
16	Etnobotánica					
17	Etnoecología					
18	Etnozoología					
19	Fisiología vegetal					
20	Genética de poblaciones					
21	Impacto antrópico					
22	Indicadores					
23	Poblaciones en comunidades					
24	Manejo fauna					
25	Productividad primaria					
26	Sensoramiento remoto					
27	Servicios ecosistémicos					
28	Sistemática y Taxonomía					

* Las áreas sombreadas de azul representan que sí se encuentran estudios de esa categoría analítica en la respectiva altitud.

Ubicación de bosques andinos

En cuanto los bosques andinos con mayor número de publicaciones serían los bosques montanos del Valle de Kosñipata, Cordillera de Vilcanota y Cordillera de Vilcabamba en Cusco seguido de los de la vertiente occidental como los de la Cordillera Blanca en Ancash, Huancabamba en Cajamarca, Valle de Chillón en Lima, Kañaris en Lambayeque y la cuenca del Río Apurímac que abarca Apurímac, Ayacucho y Cusco. El detalle de los cordilleras, valles y áreas naturales protegidas por regiones se muestran en el cuadro 4 y figura 11, y la ubicación exacta de algunos lugares son mencionados en el anexo 7. Cabe destacar que son 19 áreas naturales protegidas las que están representadas y de estas el 57% de todos los parques nacionales y el 44 % de santuarios nacionales, con presencia de bosques naturales andinos, poseen información generada publicada en revistas indexadas.

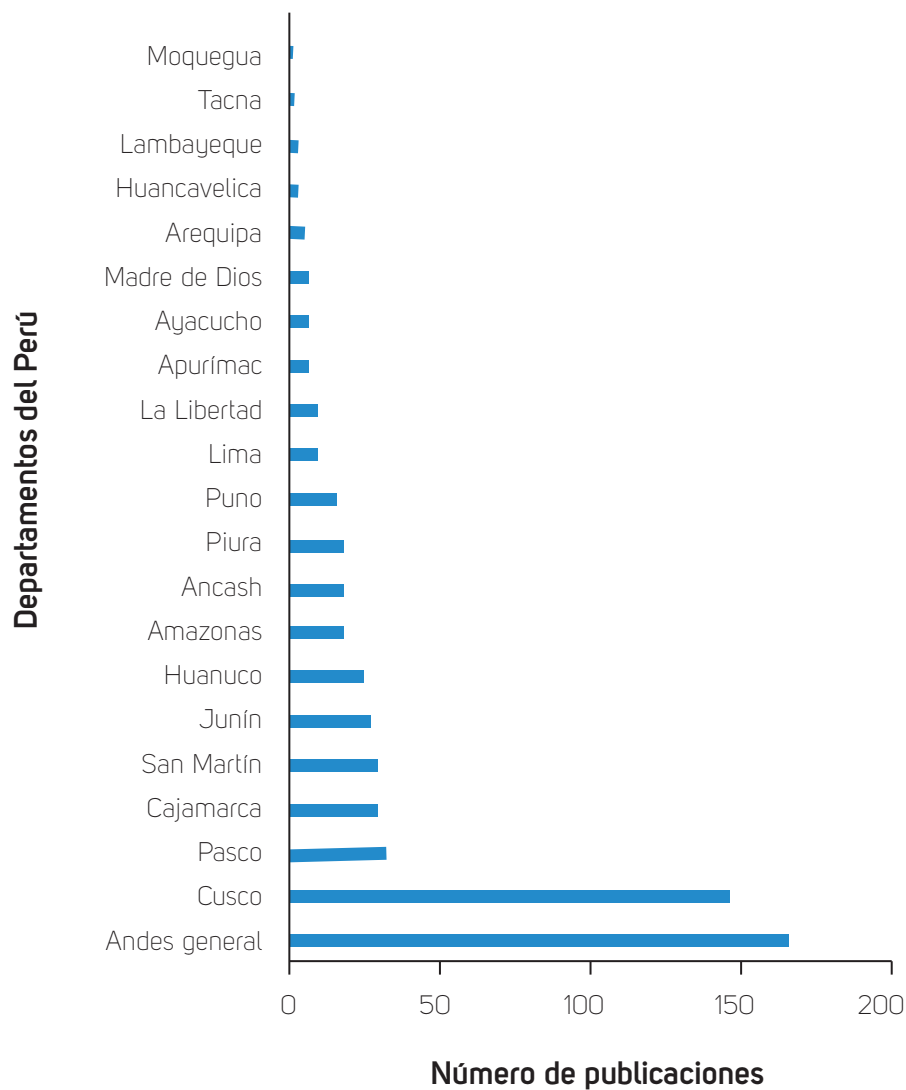


Figura 18. Número de publicaciones por región (n=510).

Cuadro 4. Lugares de estudio de bosques andinos y su ubicación en regiones del Perú.
Ver anexo 7 para mayor información.

Tipo	Lugares	Ubicación en regiones
Cordillera	Vilcabamba	Cusco
	Vilcanota	Cusco y Puno
	Blanca	Ancash
	Del Cóndor	Amazonas
	Yanachaga	San Martín
	Del Sira	Huánuco
	Colán	Amazonas
Valle	Kosñipata	Cusco
	Chillón	Lima
	Chanchamayo	Junín
	Marañón	Huánuco
	Cañete	Lima
	Apurímac	Apurímac, Cusco y Ayacucho
	Lurín	Lima
	Mantaro	Junín
	Manachaque	Cajamarca
	Vitoc	Junín
	Urubamba	Cusco
Cuenca / Microcuenca*	Chillón	Lima
	Cañete	Lima
	Lurín	Lima
	Apurímac	Apurímac, Cusco y Ayacucho
	Pachachaca*	Huancavelica
	Camisea	Cusco
	Marañón	Huánuco
	Mantaro	Junín
	Pongo	Amazonas
	Huallaga	San Martín
Áreas naturales protegidas	Parque Nacional del Manú	Cusco y Madre de Dios
	Parque Nacional Cordillera Azul	San Martín, Loreto, Ucayali y Huánuco
	Parque Nacional del Huascarán	Ancash
	Parque Nacional Yanachaga-Chemillén	Pasco
	Parque Nacional Río Abiseo	San Martín
	Parque Nacional de Tingo María	Huánuco
	Parque Nacional Cerros de Amotape	Tumbes y Piura
	Santuario Nacional de Pampa Hermosa	Junín
	Parque Nacional Ichigkat Muja / Cordillera del Cóndor	Amazonas
	Santuario Nacional de Ampay	Apurímac

	Santuario Nacional Cordillera de Colán	Amazonas
	Santuario Histórico de Machupicchu	Cusco
	Zona Reservada Bosque de Zarate	Lima
	Bosque de protección San Matías	Pasco
	San Carlos	
	Reserva Comunal Yanesha	Pasco
	Reserva Comunal el Sira	Huánuco, Pasco y Ucayali
	ACP Abra Málaga	Cusco
	ACP Chaparri	Lambayeque
	ACP Microcuenca de Paria	Ancash

Similitud y disimilitud de las investigaciones entre regiones del país

Para detectar el patrón de similitud/ disimilitud entre grupos de regiones y categorías analíticas mencionadas para cada departamento se realizaron un Ajuste multidimensional no métrico (nMDS) y un Análisis de clasificación utilizando media grupal e índice de similitud de Bray- Curtis. Las categorías analíticas responsables de la similitud y los discriminantes entre los sectores del país (norte, centro, sur) fue analizado mediante un Análisis SIMPER (Simmilarity Percentages, Clarke y Warwick 2001), que se fundamenta en el cálculo de un índice de similitud entre dos muestras en donde se expresa la contribución que cada especie tiene al índice de similitud total entre una pareja de muestras.

A partir de una matriz creada de 20 sitios (regiones) y 28 categorías analíticas utilizando el número de publicaciones en cada temática (n = 510 publicaciones) se encontró, con el análisis de clasificación, una similitud mayor al 50% entre las investigaciones realizadas por científicos de Moquegua y Tacna (65% aprox.), Ancash y Puno (62% aprox.), Amazonas y Piura (58% aprox.), San Martín y Huánuco (70%), Cajamarca y Junín (62% aprox.) y estos últimos a su vez en un 60% con Pasco. Asimismo, Huancavelica, La Libertad, Apurímac y Ayacucho; Madre de Dios y Arequipa en un 58%. Cusco solo comparte un 30% aproximado de categorías analíticas con las demás regiones, lo que coincide con la mayor diversidad de temas y subtemas que posee frente al resto de las regiones y Lima compartió un 40% aproximado con las regiones de Huancavelica, La Libertad, Apurímac y Ayacucho, figuras 19 y 20.

Finalmente, Lambayeque compartió solo un 25% aproximado con las regiones de Lima, Huancavelica, Apurímac, Ayacucho, Ancash, Puno, Piura, Amazonas, La Libertad, San Martín, Huánuco, Junín, Pasco y Cajamarca. Estas similitudes y diferencias entre las regiones según el porcentaje de temas o subtemas compartidos son mostradas en la figura 21.

Dividiendo al país por su ubicación o cercanía en tres sectores (norte, centro y sur) se reveló con el análisis SIMPER que la investigación en las regiones del norte del país tienen una mayor similitud (46,10%), siendo las categorías analíticas responsables de un 53,02% de esta similitud los temas de sistemática y taxonomía y composición de especies. Estos resultados son coincidentes con la presencia de la revista científica nacional *Arnaldoa* que publica principalmente este tipo de temas

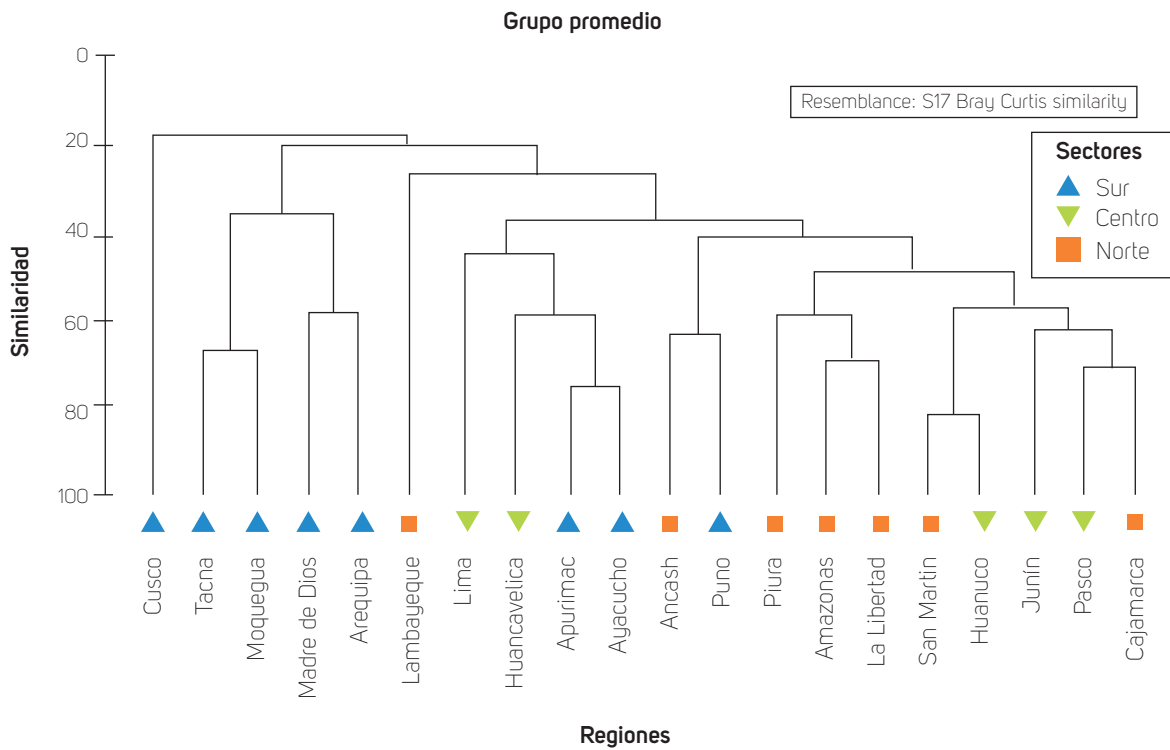


Figura 19. Análisis de clasificación para 20 regiones y 28 categorías analíticas utilizando el índice de similitud de Bray Curtis y agrupación promedio.

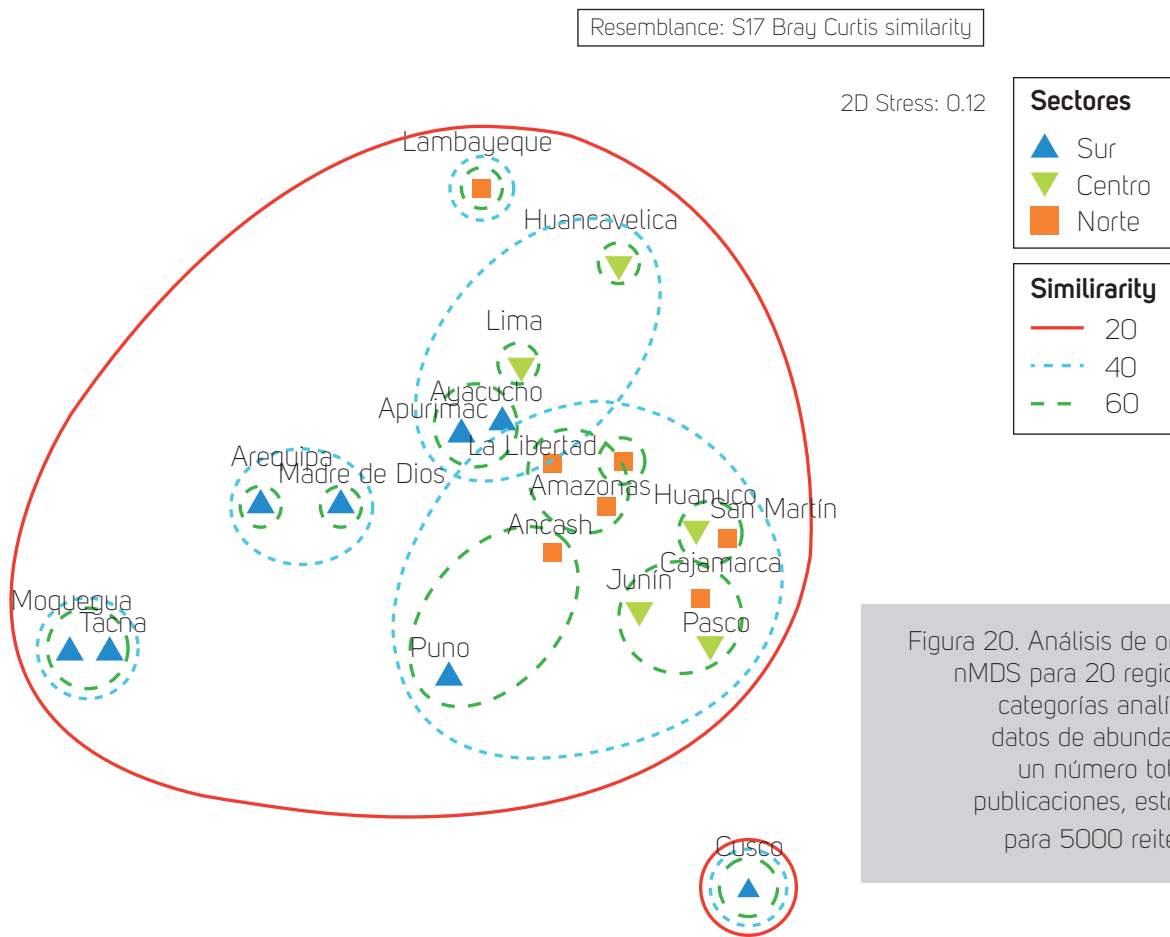


Figura 20. Análisis de ordenación nMDS para 20 regiones y 28 categorías analíticas con datos de abundancia para un número total de 510 publicaciones, estrés = 0,12 para 5000 reiteraciones.

y el perfil de los grupos de investigadores en bosques andinos de las universidades de La Libertad. Por su parte, el sector centro registró una similitud del 38,46% a consecuencia de los temas de sistemática y taxonomía y composición de especies los cuales contribuyen con la similitud entre estas regiones (71,96%). Asimismo, las regiones del sur comparten menos categorías analíticas entre sí (29,36% de similitud) constituyendo los responsables de esta similitud en un 56,80 % los estudios de biogeografía.

Por último, es importante señalar que de las 510 publicaciones registradas 164 corresponden a los andes en general y 59 incluyen más de una región (figura 21).



Figura 21. Mapa político del Perú indicando el número de artículos científicos en bosques naturales andinos por región (n = 510). La similitud en colores entre las regiones indica un 40% a más de categorías analíticas compartidas. Cusco al compartir solo el 30% y Lambayeque solo el 25 % del total de categorías con las demás regiones se presentan con color único; y sectores no contemplados en el estudio figuran en blanco.



CATEGORÍAS ANALÍTICAS DE IMPORTANCIA

Y SU SITUACIÓN A NIVEL NACIONAL

Si bien las categorías analíticas sistemática y taxonomía como una unidad y el estudio de la composición de especies son similares en varias regiones (figuras 22 y 23), se registraron pocas regiones donde estos conocimientos han podido conllevar a estudios más complejos de manera sostenida. Un ejemplo de ello, es la región de Cusco que al contar con redes de parcelas permanentes y dar continuidad a estudios sobre los distintos componentes del ecosistema (empleando esta herramienta) se están analizando temas de interés a nivel local y global como cálculos del flujo de carbono y el cambio de la composición de especies por impactos antrópicos y modificaciones del clima, figuras 24 al 26. Por otro lado, los estudios integrativos a nivel del sistema socioecológico fueron limitados, por ejemplo los estudios agrupados en disciplinas como la Etnoecología, Etnobotánica o Etnozoología constituyeron solo un 3,33 % y los de servicios ecosistémicos el 0,98 % de un total de 510 artículos, por lo que este tipo de estudios deberían ser priorizados.

Asimismo, se encontró un limitado número de artículos donde se especifica como tal estrategias de manejo forestal o el empleo del conocimiento local en el manejo y no se halló registros de artículos relacionados a manejo a escala de paisaje, aunque sí estudios a nivel de cuenca o subcuenca (ver cuadro 4). El aporte al manejo forestal de las investigaciones encontradas lo constituye el conocimiento de las bases ecológicas necesarias para el manejo forestal como son los temas de diversidad y estructura (figuras 26 y 27).

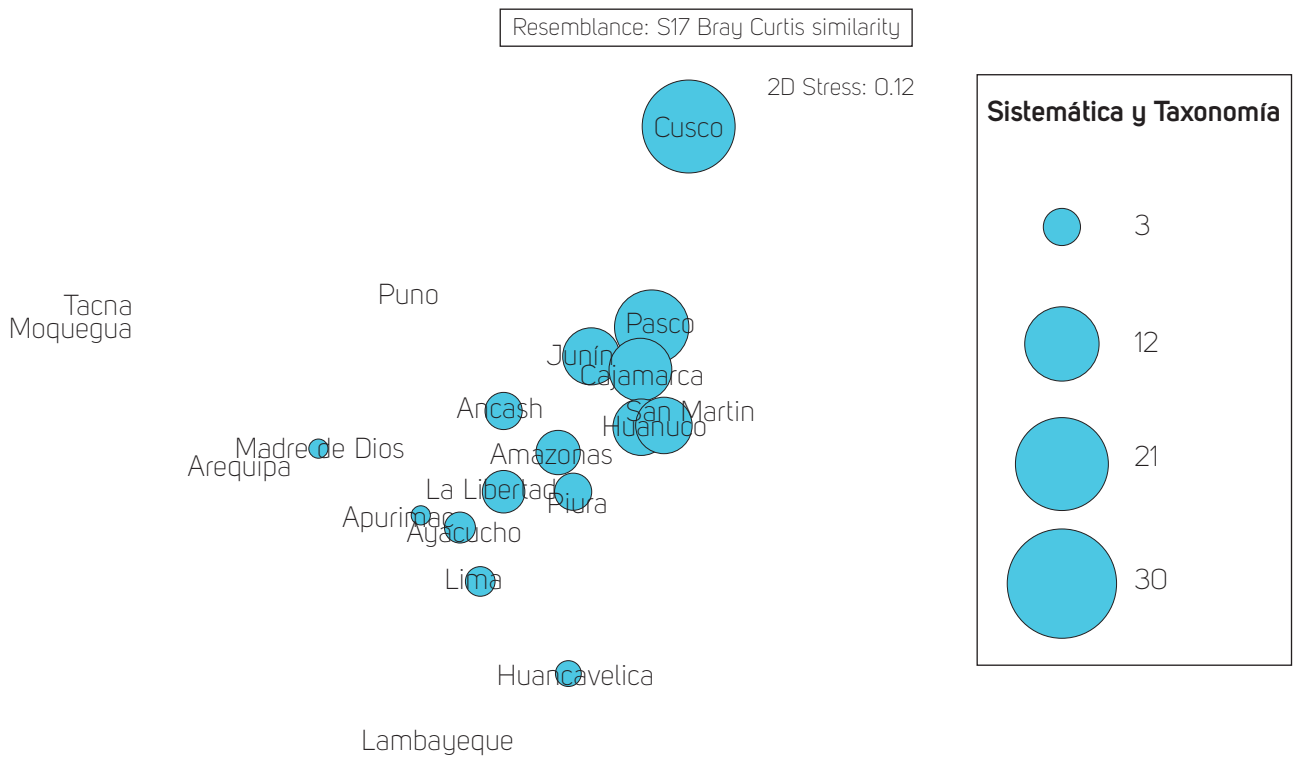


Figura 22. Comportamiento del número de publicaciones relacionadas a sistemática y taxonomía para 20 regiones. El tamaño de las burbujas representan la cantidad de publicaciones.

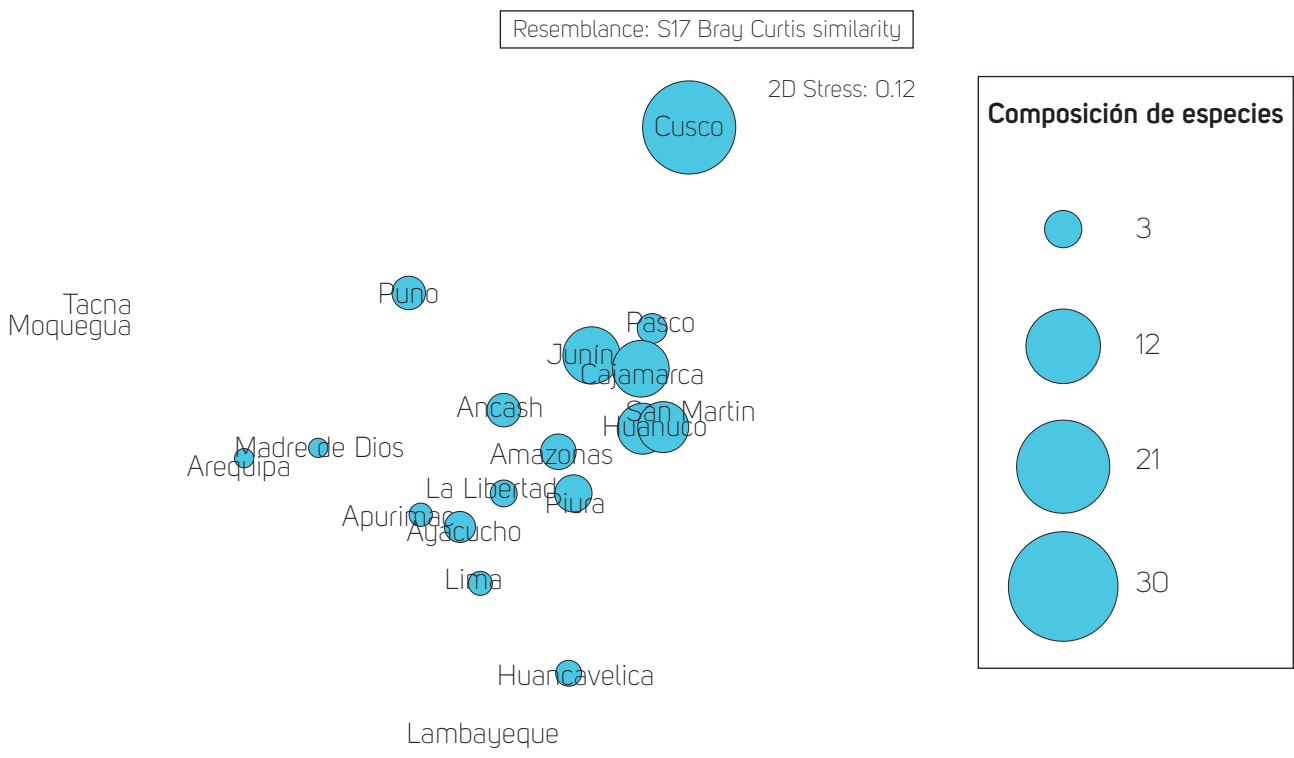


Figura 23. Comportamiento del número de publicaciones relacionadas a composición de especies para 20 regiones. El tamaño de las burbujas representan la cantidad de publicaciones.

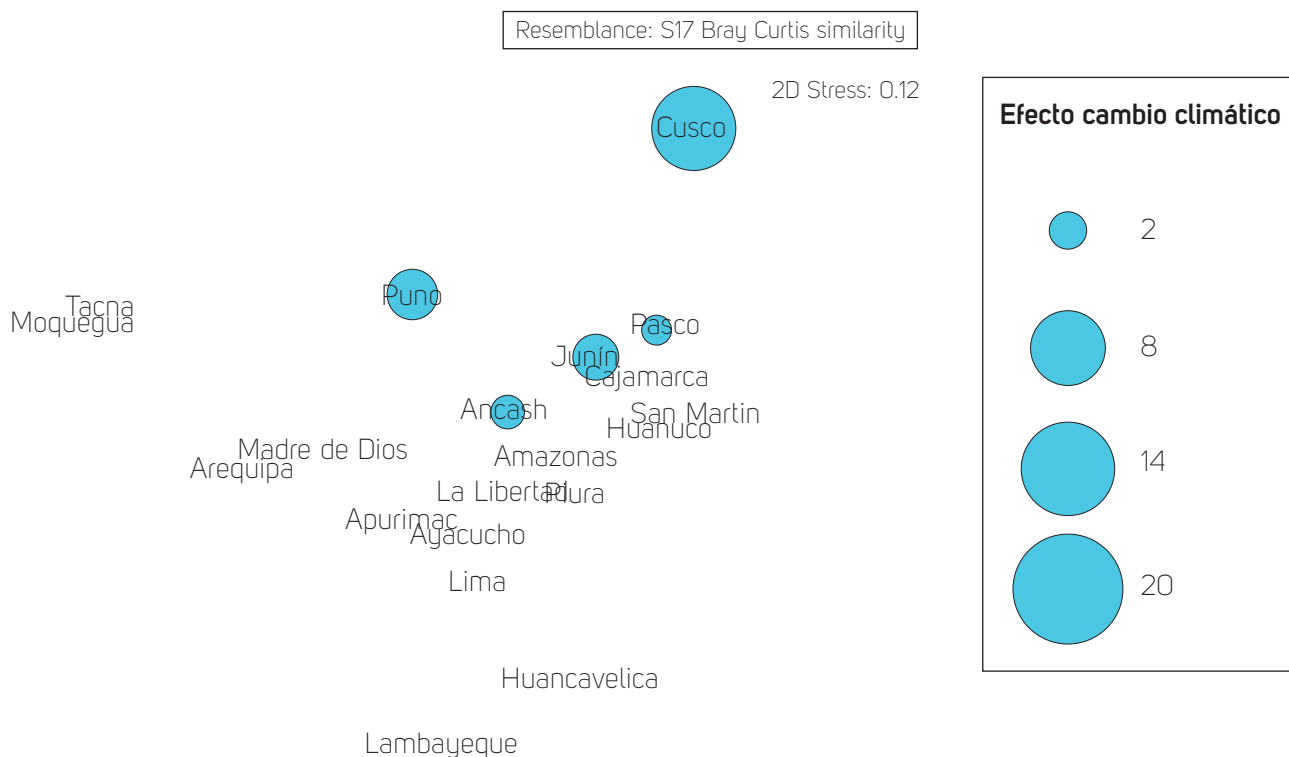


Figura 24. Comportamiento del número de publicaciones relacionadas a cambio climático para 20 regiones. El tamaño de las burbujas representan la cantidad de publicaciones.

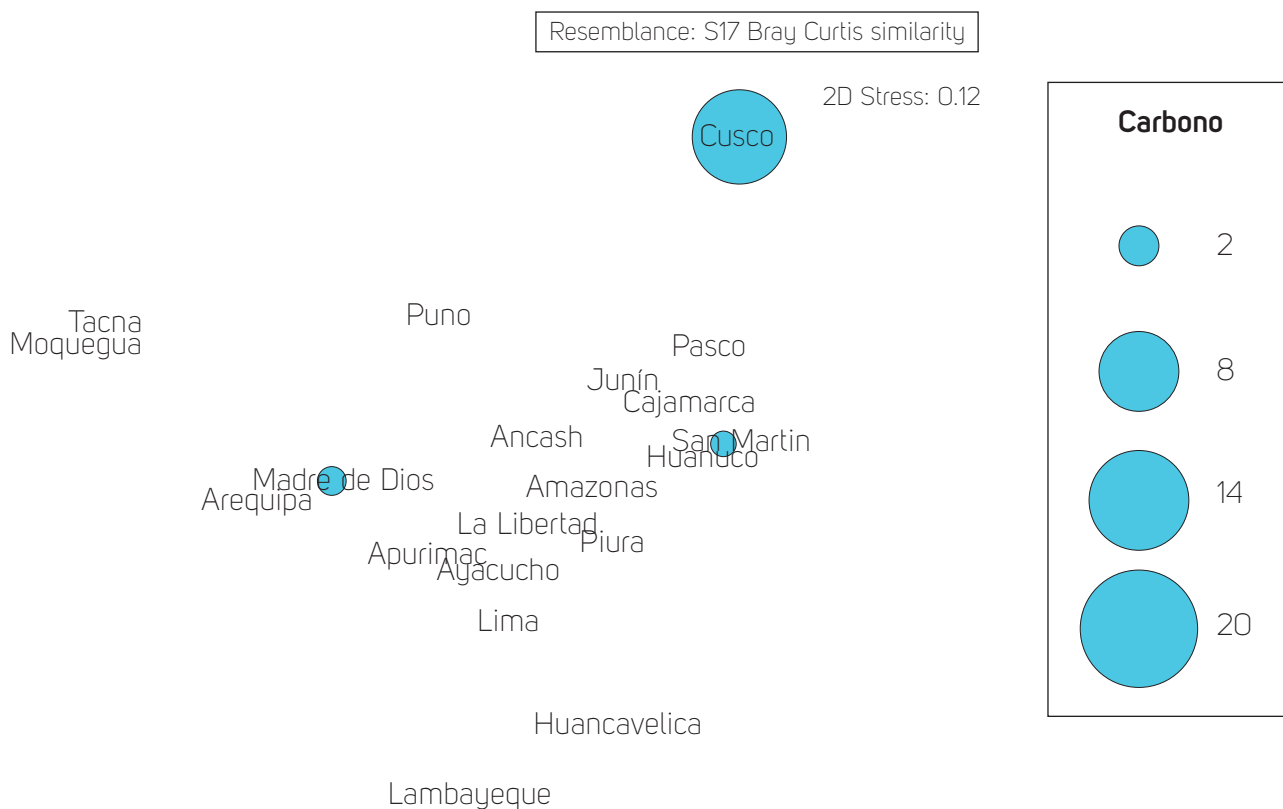


Figura 25. Comportamiento del número de publicaciones relacionadas a carbono para 20 regiones. El tamaño de las burbujas representan la cantidad de publicaciones.

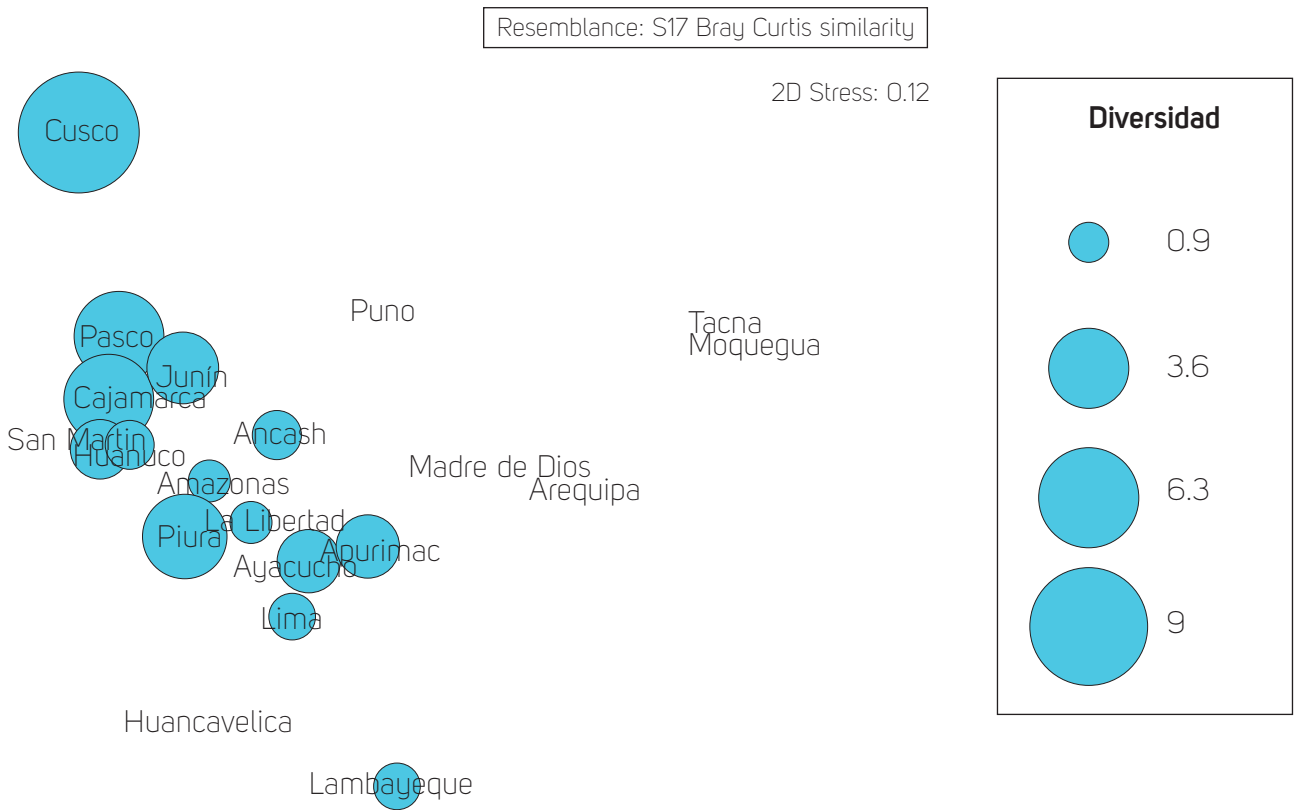


Figura 26. Comportamiento del número de publicaciones relacionadas a diversidad del bosque para 20 regiones. El tamaño de las burbujas representan la cantidad de publicaciones.

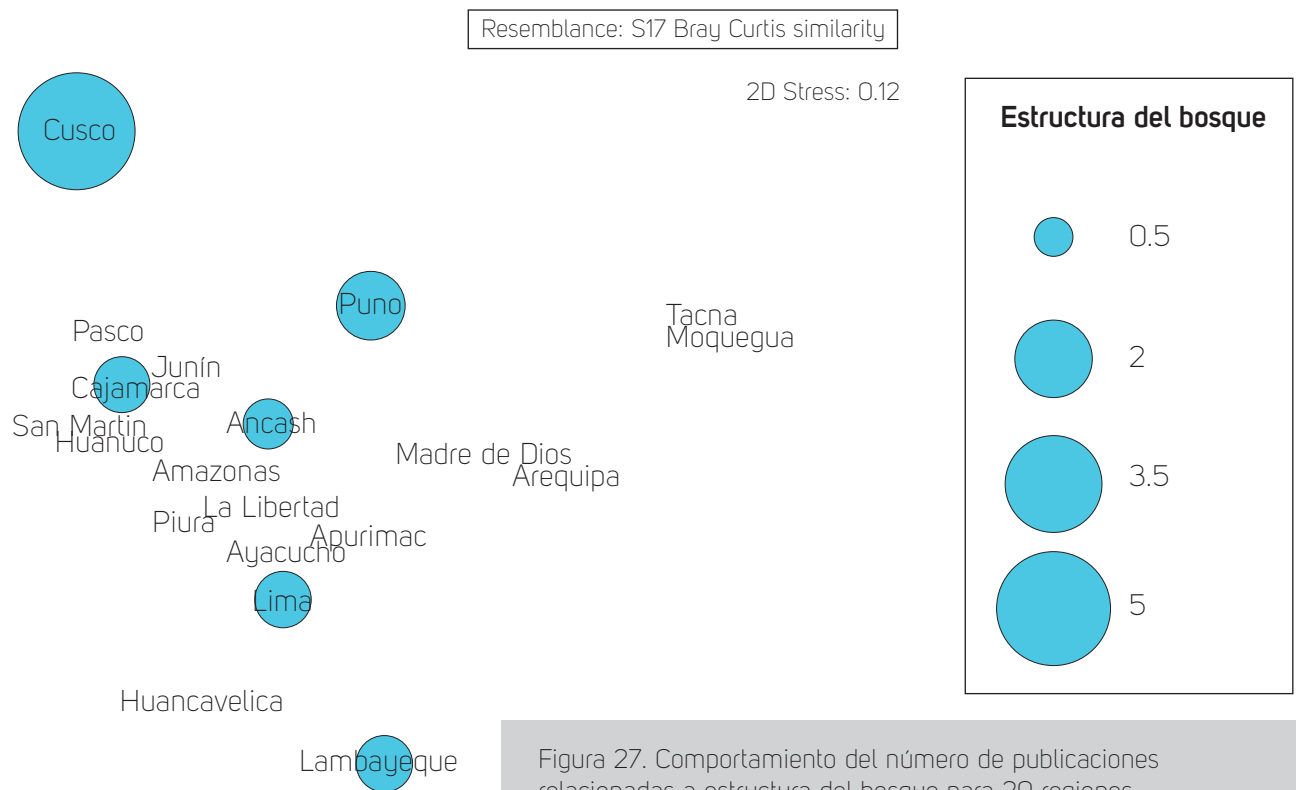


Figura 27. Comportamiento del número de publicaciones relacionadas a estructura del bosque para 20 regiones. El tamaño de las burbujas representan la cantidad de publicaciones.

PERCEPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

EN BOSQUES ANDINOS

Se realizaron conversaciones con investigadores, según los criterios de perfil de entrevistado y pautas de entrevista mencionados en la sección información complementaria (este trabajo), y se obtuvo la percepción entorno a cuales son los temas prioritarios a investigar, cuál es el nivel de participación del investigador nacional y cuáles son los medios u oportunidades de financiamiento. Asimismo, se validó y compiló información de publicaciones de importancia y los nombres de los principales investigadores que la generan.

Participación en proyectos y oportunidades de financiamiento

El investigador nacional se involucra activamente en proyectos de investigadores internacionales tanto en el trabajo de campo como en coautorías en revistas internacionales indexadas; sin embargo, el porcentaje de participación es menor al capital científico existente. Gran parte de los investigadores de nuevas generaciones deben adaptarse a la actual situación laboral y deben optar por realizar varias actividades para cubrir sus expectativas económicas (p.ej. consultorías de estudios de impacto ambiental) disminuyendo el tiempo de dedicación de los mismos a la investigación. En tal sentido, son necesarias becas de investigación como las que varios investigadores sénior detallaron existieron en los años ochenta y que permitieron un avance notable en el conocimiento de la flora y fauna. Por ejemplo, se menciona que el apoyo de la investigación en el siglo pasado fue mediado en gran parte por la existencia de becas de investigación por parte de instituciones nacionales como CONCYTEC e internacionales de apoyo a estudiantes realizando investigación en Perú. Asimismo, la necesidad de documentar la biodiversidad de las áreas naturales protegidas creadas

el siglo pasado promovió un avance en las investigaciones nacionales. A partir de los años 90 los temas de investigación fueron variando hacia la investigación pautada por los intereses de investigación de las organizaciones privadas y de las fundaciones internacionales que otorgaban el financiamiento para los mismos.

Por lo general, la ejecución de proyectos de investigación prioritarios, desde el punto de vista del investigador, es realizada mayormente con recursos personales y los montos nacionales que provienen de la propia universidad son limitados (p.ej. se mencionó montos que no sobrepasan a 8 000 nuevos soles en universidades nacionales). En particular, existe una percepción generalizada en que fondos nacionales de fuentes CONCYTEC o FONDECYT no selecciona trabajos en investigación básica en bosques andinos (inventarios, taxonomía, etología, composición y diversidad, etc.) o aquellos que implican financiamiento continuo para el largo plazo (p.ej. monitoreo de ecosistemas, efecto del cambio climático).

Por otro lado, en el caso de generación de publicaciones en revistas internacionales y aplicación de proyectos a fondos internacionales son una limitante el dominio del idioma inglés, el tiempo disponible para el desarrollo de propuestas o redacción de artículos y los costos de publicación.


Temas priorizados

En cuanto a los temas de investigación consideradas prioritarias por los investigadores son coincidentes con el análisis bibliométrico. En ambos casos se destaca una preocupación generalizada por bosques altoandinos (pocos inventarios) y bosques andinos xéricos (escasez de publicaciones). Temas de restauración ecológica incluyendo especies nativas, rangos de distribución en flora y fauna, propagación de especies nativas, efecto del cambio climático en el hábitat y el rango de distribución de especies y recursos, mapeo, parcelas de monitoreo en espacios de interés para el funcionamiento del ecosistema (p.ej. bosque de *Polylepis*) son considerados de prioridad. Asimismo, son limitados los estudios publicados en revistas indizadas sobre el conocimiento local en propagación de especies, usos, experiencias de manejo de especies, y que son solo documentadas ya sea en informes o publicaciones en revistas regionales de limitada divulgación (p.ej. problemas de hibridación entre especies introducidas que están perjudicando a especies nativas pueden evitarse si experiencias del saber local son documentadas).

Grupos de investigación

A nivel de grupos de investigación en bosques andinos se destacan a los investigadores de la Universidad Nacional Antenor Orrego y del Herbarium Truxillense (HUT) de la Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Biología de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Museo de Historia Natural y Facultad de Ciencias biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias y Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina como aquellas instituciones que aportan con más investigadores y formación de estudiantes interesados en el trabajo en bosques andinos. Cabe destacar también los programas de

conservación de vida silvestre (p.ej. oso andino, cedro), grupos de interés nacionales e internacionales por grupos taxonómicos característicos en bosques andinos (flora y fauna) y programas de conservación y desarrollo, que generan informes y libros de divulgación sobre los resultados de sus proyectos y donde en su contenido incluyen listados de especies, cartografía y estado de conservación de sus bosques (p.ej. ONG Naturaleza y Cultura Internacional, ECOAN, APECO, CIMA Cordillera Azul entre otros, ver directorio base de metadatos).



BALANCE DE LA SITUACIÓN INICIAL
EN BOSQUES ANDINOS EN PERÚ
Y PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

El análisis descriptivo de los datos en publicaciones científicas en bosques andinos en Perú en los últimos 25 años permitió identificar tendencias y establecer algunas recomendaciones, entre las que destacan:

- La producción científica en bosques andinos ha sido más dinámica en los últimos 10 años duplicándose en especial en los últimos 5 años.
- La investigación en bosques andinos se ha concentrado principalmente en estudios de sistemática y taxonomía debido a varios aspectos: la necesidad de describir nuevas especies, la diferenciación de especies ya publicadas, el mejoramiento de claves taxonómicas de identificación, la documentación de áreas de interés para la conservación (p.ej. áreas naturales protegidas o de limitado conocimiento) y la transversalidad de estos temas en cualquier tipo de investigación que involucre a la biodiversidad.
- La producción científica generada en composición de especies y los patrones de distribución de especies (altitudinal, latitudinal o espacial e incluso a nivel histórico) aún poseen una limitada aplicación en el entendimiento de procesos a mediano y largo plazo. Esta información debería emplearse de manera más extensa para analizar el efecto del cambio climático en la diversidad, con el fin de conocer el proceso de adaptación de las especies frente a la pérdida o reemplazo de sus nichos naturales (p.ej. monitoreo del impacto climático en la biodiversidad de alta montaña a través de parcelas), planificar el uso de la tierra y evaluar el efecto de la fragmentación en las interacciones dentro del ecosistema, entre otros.
- Frente a la problemática de fragmentación del bosque andino es necesario el planteamiento de investigaciones integrativas. Algunos temas sugeridos son los siguientes: restauración ecológica, saber local y estrategias de adaptación al cambio climático, patrón de uso local del suelo, servicios ecosistémicos y agroforestería con especies nativas.
- Además del enfoque de cuenca hidrográfica se requiere un enfoque de manejo de paisaje, de tal manera que se asegure la resiliencia a distintas escalas y se produzca información científica articulada y coherente con los objetivos de manejo integral. Un punto de partida podría ser el establecer líneas de trabajo que generen a partir de la información básica estudios comparativos a una mayor escala.
- El mantenimiento de campos temáticos como sistemática y taxonomía, composición de especies y biogeografía a través de los años (50 a más publicaciones) los convierten en temas transversales en cualquier tipo de investigación.
- En materia de multidisciplinariedad y colaboración, en especial en los últimos 5 años,

ocurre que el boom de publicaciones son producto del trabajo conjunto entre investigadores internacionales y nacionales que establecen redes de monitoreo en parcelas permanentes. En esta red de parcelas se están llevando a cabo investigaciones en distintos niveles de organización biológica incluyendo factores abióticos.

- Existen grupos de investigación nacionales que lideran las publicaciones en revistas peruanas de origen universitario y que representan a un capital humano de cada sector del país. Esta situación se ve reflejada en la Revista Araldoa donde existe un alto número de descripciones de especies de flora por parte de botánicos del sector norte del país, la Revista Peruana de Ecología del sector centro y la Revista Peruana de Biología de todos los lugares del país.
- La región con mayor número de publicaciones y sinergias con universidades extranjeras en la investigación en bosques andinos es el Cusco, situación que la hace destacar en el número de publicaciones que se encuentran indizadas en bases de importancia como Scopus y Web of Science. Sin embargo, la mayor parte de la investigación de investigadores locales son publicadas en revistas regionales no indexadas o en revistas nacionales indexadas que no son consideradas en todos sus números en estas bases mencionadas.
- El dominio de la lengua inglesa, costos de publicación y tiempo disponible para la escritura del artículo son limitantes para la producción científica.
- Es necesario incentivar la colocación de artículos, informes, resúmenes de congresos y otra documentación científica que se genere por parte del investigador en una plataforma de base de datos centralizada por temática, autor y área de estudio con el fin de no duplicar esfuerzos e integrarse al conocimiento científico.
- Se requiere fortalecer las revistas nacionales indexadas para su indización en bases de datos con mayor competitividad internacional, mejorar sus plataformas de distribución y sus sistemas de búsqueda.
- Se debe lograr la indización de un gran número de revistas regionales no indexadas y que cuentan solo con registro del número estándar internacional de libro (ISBN). Estas revistas son publicadas en versión impresa y limitada (p.ej. Revista Qéñua de la Sociedad Botánica del Cusco) o por medio electrónico (p.ej. El Antoniano) pero con un sistema de acceso y búsqueda inadecuado.
- Se necesita una constante capacitación en las regiones en la búsqueda de información, procesos editoriales de publicación por revisión por pares y escritura científica.

- Se requiere la generación de puestos de trabajo bajo la calidad de investigadores y/o becas de investigación para la inserción del personal calificado formado en el país o que fuera del país y que retorna. Asimismo, es importante la actualización constante de los investigadores séniores en herramientas para el procesamiento y búsqueda de datos.
- Se requiere una mejora de la normativa y procesos administrativos en cada institución (en especial del Estado) para el manejo directo de recursos como consecuencia de convenios y acuerdos de intercambio con sus pares nacionales e internacionales.
- Es importante establecer líneas de trabajo en las universidades que generen, a partir de la información básica existente, proyectos que permitan el entendimiento de procesos (p.ej. fragmentación, recuperación de ecosistemas) a largo plazo.
- La investigación básica que se genera debe tener una visión a resolver preguntas a mediano y largo plazo de lo contrario su integración al avance científico es limitado.
- Se requiere incrementar los estudios comparativos en bosques andinos a lo largo del país para analizar los efectos del cambio climático en la distribución, dinámica y diversidad de especies y con ello se logren establecer estrategias de conservación y manejo de todos los ecosistemas andinos.
- Se requiere implementar estudios sobre servicios ecosistémicos, conocimiento local sobre la biodiversidad (incluyendo prácticas) y manejo forestal de bosques naturales debido a la limitada información publicada. En tal sentido, es importante incentivar la compilación, publicación y divulgación de los casos que puedan existir.
- De acuerdo a la similitud y disimilitud entre las regiones y sectores del país (norte, centro y sur) encontrados se sugiere la conformación de redes especializadas entre investigadores de similar tema de investigación (p.ej. Grupo de estudios biogeográficos, estudios en carbono, conocimientos locales sobre la biodiversidad). Las redes por sectores del país pueden contribuir a establecer estudios comparativos y optimizar el empleo de la investigación existente y del capital humano en la resolución de problemas ambientales.
- La limitada información existente mencionada por varios investigadores entrevistados fue coincidente con el análisis bibliométrico. Esta situación debe ser considerada una oportunidad para establecer sinergias y agendas en común entre investigadores y otros actores locales.



ANEXOS

Anexo 1. Gramática Scopus con términos en español (a) e inglés (b).

a. Términos en español

(Montaña OR Alpino * OR subalpin* OR "gran altitud" OR Montano OR "gran altura" OR "Bosque Nublado" OR "bosque montano seco" OR "bosque montano" OR Yungas OR Páramo OR Puna OR "Ecosistema de montaña" OR "bosque andino" OR "Cordillera de los Andes" OR "ecosistema andino" OR "vegetación de montaña" OR cuenca OR Jalca) AND (flora OR "Estructura del bosque" OR "Línea de Árboles" OR "fauna" OR "erosión" OR "ecosistema funcional" OR manejo OR productividad OR gestión OR Conservación OR "Conocimiento local" OR "Prácticas Culturales" OR "Conocimientos Tradicionales" OR agricultura OR "agricultura migratoria" OR "Seguridad alimentaria" OR "desarrollo de las montañas" OR "Uso de la tierra" OR "gestión participativa" OR degradación OR "uso local" OR "medios de vida" OR "recursos naturales" OR agroforestal OR "estrategias locales" OR "productos de madera" OR "restaura*" OR "modelo revegeta*" OR Tecnología OR cosecha * OR "impacto de la deforestación" OR "climat*" OR "cambio climático" OR Adaptación OR mitigación OR "Calentamiento global" OR resiliencia OR "impacto climat*" OR Cambio OR Vulnerabilidad) AND (Perú OR Peruana).

b. Términos en inglés

(Mountain OR Highland OR alpin* OR subalpin* OR "high elevation" OR Montane OR "high altitude" OR "cloud forest" OR "dry montane forest" OR "montane forest" OR Yungas OR Paramo OR Puna OR "mountain ecosystem" OR "Andean forest" OR "Andean range" OR "Andean ecosystem" OR "montane vegetation" OR watershed OR Jalca) AND (flora OR "forest structure" OR treeline OR fauna OR erosion OR "functional ecosystem" OR productivity OR management OR conservation OR "local knowledge" OR "cultural practices" OR "traditional knowledge" OR farming or agriculture OR "shifting cultivation" OR "mountain development" OR "food security" OR "land use" OR "participatory management" OR degradation OR "local use" OR livelihood OR "natural resources" OR agroforestry OR "local strategies" OR "timber products" OR restaura* OR model* OR revegeta* OR technology OR harvest* OR impact* OR deforestation OR "climat* change" OR adaptation OR mitigation OR "global warming" OR resilience OR "climat* adapt*" OR "climat* change impact*" OR "environment* change" OR vulnerability) AND (Peru OR Peruvian)

Anexo 2. Revistas nacionales e internacionales que registraron artículos en bosques andinos según las pautas de búsqueda.

Revista	Nro. de artículos
Revista Peruana de Biología	44
Zootaxa	30
Ecología Aplicada	29
Molecular Phylogenetics and Evolution	17
Memorias del Museo de Historia Natural UNMSM	13
Arnaldoa	12
Global Change Biology	10
Journal of Biogeography	10
Herpetologica	9
Brittonia	8
Plant Ecology & Diversity	8
Zookeys	8
Forest Ecology and Management	7
The Wilson Journal of Ornithology	7
Biodiversity and Conservation	6
Biotropica	6
Copeia	6
Journal of Herpetology	6
Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology	6
Biological Conservation	5
Nordic Journal of Botany	5
Novon: A Journal for Botanical Nomenclature	5
Conservation Biology	4
Journal of Ethnopharmacology	4
Journal of Vegetation Science	4
Ornitología Neotropical	4
Phytotaxa	4
PLoS One	4
Quaternary Research	4
Studies on Neotropical Fauna and Environment	4
Ecosystems	3
Journal of Quaternary Science	3
Journal of Tropical Ecology	3
Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde	3
Mastozoología Neotropical	3
Oecologia	3
The Auk	3
The Bryologist	3

Alpine Botany	2
Ambio	2
American Journal of Botany	2
Amphibia-Reptilia	2
Annals of the Missouri Botanical Garden	2
Austral Ecology	2
Bird Conservation International	2
Boletín de Lima	2
Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle	2
Bulletin of the American Museum of Natural History	2
Caldasia	2
Candollea	2
Chloris chilensis	2
Científica	2
Climatic Change	2
Cotinga	2
Ecography	2
Ecology	2
Environmental Conservation	2
Environmental Research Letters	2
Global Biogeochemical Cycles	2
Global Ecology and Biogeography	2
Herpetological Monographs	2
International Journal of Primatology	2
Journal for Nature Conservation	2
Journal of Geophysical Research	2
Journal of Mammalogy	2
Landscape and Urban Planning	2
Mammalia	2
Management of Environmental Quality: An International Journal	2
Molecular Ecology	2
Mountain Research and Development	2
Neotropical Entomology	2
Phyllomedusa	2
Phytocoenologia	2
Proceedings of the Entomological Society of Washington	2
Qéñua-Revista de la Sociedad Botánica de Cusco	2
Quaternary Science Reviews	2
Revista Peruana de Entomología	2
Systematic Entomology	2
Tropical Conservation Science	2
Wilson Journal of Ornithology	2

Acta Limnologica Brasiliensia	1
Acta Oecologica	1
Acta Universitatis Carolinae, Geographica	1
Acta zoológica mexicana	1
Agriculture, Ecosystems & Environment	1
American Fern Journal	1
American Museum Novitates	1
Anales del Jardín Botánico de Madrid	1
Annals of the Entomological Society of America	1
Arctic Antarctic and Alpine Research	1
Ardeola	1
Arthropod, Systematics & Phylogeny	1
Biodiversity and conservation of Neotropical montane forests. Proc. symposium, New York Botanical Garden, 1993	1
Biogeochemistry	1
Biogeosciences	1
Biota Neotropica	1
BMC Ecology	1
BMC Evolutionary Biology	1
Boletín Informativo UNOP	1
Botanical Review	1
Check List	1
Climate and Development	1
Climate Research	1
Conservation Genetics	1
Contributions to Zoology	1
Crop Breeding and Applied Biotechnology	1
Cryptogamie, Bryologie	1
Diatom Research	1
Diversity and Distributions	1
Earth-Science Reviews	1
Ecologia	1
Ecological Economics	1
Ecological Modelling	1
Ecology Letters	1
Economic Botany	1
Ecosistemas	1
Endangered Species Research	1
Entomología Mexicana	1
Environmental Management	1
Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM	1
F1000Research	1

Fitoterapia	1
Frontiers in plant science	1
Functional Plant Biology	1
Fundamental and Applied Limnology / Archiv für Hydrobiologie	1
Genome research	1
Genus	1
Geochemistry, Geophysics, Geosystems	1
Geomorphology	1
Geophysical Research Letters	1
Herpetological Review	1
Human Ecology	1
Hydrology and Earth System Sciences	1
Ibis	1
Insect Systematics & Evolution	1
International Journal of Environment and Sustainable Development	1
International Journal of Remote Sensing	1
International Journal of Tropical Insect Science	1
Journal für Ornithologie	1
Journal of Ecology	1
Journal of ethnobiology and ethnomedicine	1
Journal of Experimental Biology	1
Journal of Mountain Science	1
Journal of Natural History	1
Journal of Soil and Water Conservation	1
Journal of the American Mosquito Control Association	1
Journal of the Botanical Research Institute of Texas	1
Journal of the Lepidopterists' Society	1
Journal of Threatened Taxa	1
Journal of Zoology	1
Journal of the Botanical Research Institute of Texas	1
Kew Bulletin	1
Lankesteriana	1
Microbial ecology	1
Monitoring Biodiversity on a Trans-Andean Megaproject	1
Monographs	1
Natural History Museum The University of Kansas	1
Nova Hedwigia	1
Organisms Diversity & Evolution	1
Ornitologia Colombiana	1
Paramo: an Andean ecosystem under human influence	1
Philosophical Transactions of the Royal Society	1

Planet Earth	1
Plant Biology	1
Plant Systematics and Evolution	1
Primate Conservation	1
Primates	1
Proceedings of the Biological Society of Washington	1
Quaternary International	1
Regional Environmental Change	1
Remote Sensing of Environment	1
Restoration Ecology	1
Rodriguésia	1
Science	1
SHILAP Revista de lepidopterologia	1
SIDA, Contributions to Botany	1
Sociobiology	1
Soil Biology and Biochemistry	1
South American Journal of Herpetology	1
Spixiana	1
Systematic Botany	1
Systematics and Biodiversity	1
The American Naturalist	1
The Holocene	1
The Journal of animal ecology	1
The New Phytologist	1
Tree-Ring Research	1
Water Resources Research	1
Wilson Bulletin	1
Zoologia	1
Zoologica Scripta	1
Zoological Journal of the Linnean Society	1
Zoosystema	1

Anexo 3. Temas y subtemas tratados agrupados por categoría analítica para el periodo 1990-1999 para un total de 41 artículos científicos.

Nro.	Categoría analítica	Temas principal tratado*	Subtema tratado o acompañante del tema principal*	Número de artículos
1	Ambiente físico	Caracterización del ambiente, Edad, origen de recursos hidrobiológicos, Revisión de la historia glacial de Perú y Bolivia	Impactos y estado de conservación, Manejo de información por tomadores de decisión, Cambio climático	3
2	Biogeografía	Diferencias subregionales en los andes debido a factores edáficos, climáticos, altitudinales; Orígenes y relaciones de la biota, Patrón biogeográfico de aves, Relaciones paleogeográficas en Angiospermas, Distribución de la especie de anfibio binacional, Patrón geográfico de aves, Patrones de zonación altitudinal, Variación geográfica latitudinal	Patrones y procesos presentes a los largo de los andes, Análisis filogenético de murciélagos frugívoros, Fragmentación de hábitat, Vicarianza, Riqueza y ensamblajes por elevación, Paleoflora, Variación morfológica	8
3	Comportamiento alimenticio	Dieta del zorro	Comparación de dieta con otros depredadores	1
4	Composición de especies	Composición de especies de aves, Composición florística	Patrón de distribución de especies, Distribución de la especie (s), Estado de conservación, Rango altitudinal	5
5	Conservación biológica	Conservación, Establecimiento de vegetación, Estado de conservación	Distribución de la especie, Prácticas de manejo, Descripción de la especie	3
6	Diversidad	Diversidad de especies de arañas, Diversidad de especies de aves, Diversidad nativa y paisajes, Diversidad y composición florística de bosques andinos, Diversificación en la línea de arboles	Patrón de distribución, Patrones de distribución de aves en bosque montano, Proceso de planificación para conservación, Patrones de distribución, Composición de especies de aves	4

7	Efecto del cambio climático	Cambio climático	Impactos en el ambiente, Vegetación	4
8	Etnobotánica	Etnobotánica	Diversidad	1
9	Sistemática y Taxonomía	Descripción de la especie, Revisión de la sistemática, Taxonomía	Distribución de la especie, Taxonomía, Relaciones filogenéticas, Descripción de la especie, Morfología	5
10	Ecología de poblaciones	Caracterización de la plaga de la Budleja	Afectación del parasito	1
11	Impacto antrópico	Deforestación, Fragmentación de hábitat y distribuciones de aves, uso de la tierra	Composición y diversidad florística, Estado de conservación	3
12	Genética de poblaciones	Diferenciación morfológica y genética,	Variación no-geográfica / patrones de distribución	1
13	Dinámica de poblaciones	Recambio de especies	Factores que intervienen en el rango de distribución	1
14	Poblaciones en las comunidades	Hábitats y rangos altitudinales	Composición de especies de mamíferos	1

*Se incluyen términos de expresión de cada artículo (pueden haber sinonimias) antes de ingresar a su categoría temática.

Anexo 4. Temas y subtemas tratados agrupados por categoría analítica para el periodo 2000-2009 para un total de 181 artículos científicos.

Nro.	Categoría analítica	Temas principal tratado*	Subtema tratado o acompañante del tema principal*	Número de artículos
1	Ambiente físico	Disponibilidad agua neblina, Reconstrucción paleo ecológica, Record paleo ecológico, Revisión de patrones y procesos en los Andes	Estructura de vegetación, Riqueza de especies, Descripción de procesos de desglaciación a través de la vegetación, Identificación de procesos en la línea de bosque	4
2	Biogeografía	Afinidades biogeográficas entre bosques, Biogeografía del genero Bomarea, Datos de distribución, Distribución de especies de aves, Distribución de especies endémicas de la familia Eriocaluaceae, Distribución de especies reportadas como endemismo por elevación, Distribución de la especie de anfibio, Distribución del genero de acuerdo al ambiente, Distribución del genero de cactácea, Distribución y ecología, Distribución del genero Bomarea, Filogeografía: efecto de la dinámica, divergencia por distancia e aislamiento histórico, Paleofitogeografía, Patrón de distribución de la familia Leguminosa, Patrones de distribución espacial, Patrones de divergencia, Reconstrucción paleo ambiente, Variación geográfica	Endemismos, Distribución de la especie, Definición de limite sureste de Región Amotape-Huancabamba, Conservación, Estado de Conservación, Patrones de distribución de acuerdo a forma de vida, Variación morfológica, Riqueza de especies, Vinculación de la distribución espacial de la especie con los patrones sudamericanos, Cambio climático, Climatología, Especiación, Fitogeografía y diversificación, Proceso de sucesión	21
3	Carbono	Determinación de captura de carbono, Impacto económico secuestro carbono, Tamaño de stock de carbón orgánico en tres tipos de vegetación,	Composición florística, Agroforesteria, Distribución del carbón orgánico en perfiles de suelo	3

4	Comportamiento alimenticio	Comportamiento de forrageo, Dieta del zorro	Estructura gremial, Composición de especies de mamíferos	2
5	Conservación biológica	Ecología, afinidad genérica, posición sistemática y estado de conservación, Estado de conservación	Cambio climático, Estado de conservación, Endemismos, Uso de especies	4
6	Diversidad	Diversidad biológica en los Andes, Diversidad de especies de mamíferos, Diversidad de especies de orquídeas, Diversidad florística asociada a lagunas, Diversidad florística de un bosque, Diversidad florística en Paramo, Diversidad genética en Puya, Diversidad y composición florística de arbustos del sotobosque	Deforestación, Distribución de la especie, Lineamientos de conservación y fragmentación, Composición florística, Estado de conservación, Estrategias de conservación, Biología reproductiva, Cambios de distribución de composición y diversidad por estrato	10
7	Efecto del cambio climático	Cambio climático, Cambio de distribución de especies, Cambios en la cobertura de Polylepis por la altitud, Efectos del cambio climático a ecosistemas de montaña, Impacto del cambio climático a la distribución	Eventos extremos, Vegetación, Cambio climático, Paleoecología, Diversidad de especies	6
8	Estructura del bosque	Comunidades de aves y estructura de vegetación, Continuidad de estructura de aves y mamíferos, Estructura de comunidades, Estructura de vegetación, Estructura del bosque	Estrategias de conservación, Ensamblaje de especies y biogeografía, Continuidad de composición de especies, Estado de conservación, Composición florística	5
9	Etnobotánica	Conocimiento tradicional de plantas medicinales, Etnobotánica, Obtención de componentes aislados, Uso de palmeras, Uso de plantas	Etnofarmacología, Función, Función antimalárica y leishmania, Reporte de uso, Conocimiento local, Fitoterapia, Diversidad de especies, Composición florística	8
10	Etnozoología	Conocimiento tradicional sobre aves	Usos	1
11	Fisiología vegetal	Variación diurna de la respiración de suelo en hojarasca	-	1

12	Impacto antrópico	Fragmentación de bosque, Impacto antrópico, Impacto de prácticas de manejo, Régimen de incendios, Uso de la tierra	Conservación, Erosión de suelo, Hidrología, Cambio Ambiental, Sensoramiento remoto, Impacto del uso de la tierra	6
13	Indicadores	Indicadores	Manejo adaptativo	1
14	Manejo de fauna	Cacería de mamíferos, Presión de caza	Análisis de potencial de una cacería sustentable, Riqueza de especies	2
15	Productividad primaria	Comportamiento fenológico	Productividad primaria	1
16	Servicios ecosistémicos	Valor de uso del bosque, Valorar una técnica para valorar el bosque, Variables socioeconómicas para predecir el valor del bosque	Productos no maderables, Métodos de evaluación rápida, Planificación para conservación	3
17	Sistemática y Taxonomía	Claves taxonómicas, Descripción de la especie, Estado taxonómico, Evidencia de monofilia en taxonomía, Filogenia de la especie, Morfología, Redescubrimiento de la especie, Registro de nueva especie, Relaciones filogenéticas, Revisión de especies de Nasa, Revisión del género, Variación de la especie, Taxonomía, Sistemática	Distribución de la especie, Composición de especies de anfibios, Diversidad, Ecología y distribución, Ecología y reproducción, Filogenética, Morfología, Relevancia de barrera geográfica, Riqueza de especies, Taxonomía, Diferencias morfológicas, Sumarizar información de diversificación y simpatria, Divergencia morfológica, Fitogeografía y diversificación, Composición de especies de anfibios, Patrones en la evolución sexual en la especiación, Vicarianza, Límites de distribución, Descripción y re descripción y clave taxonómica, Patrón de distribución, características morfológicas, polinización, variación intraespecífica Descripción de la especie, Distribución de la especie, Diversidad de la especie, Riqueza de especies, Biogeografía, Filogenética, Morfología y análisis cladístico	63

18	Composición de especies	Adiciones de la flora, Composición de especies de aves, Composición de especies de flora y fauna, Composición de especies de líquenes, Composición de especies de Podocarpaceas, Composición florística y vegetación, Composición y diversidad de especies de aves, Diversidad y Composición florística en BTES, Especies endémicas, Listado de especies, Niveles de divergencia en gradiente altitudinal, Nuevas especies, Registro de la especie, Registro de nueva especie, Reporte de especies, Riqueza temporal de comunidades de aves en bofedales	Fitosociología, Rango de distribución, Distribución de la especie, Estado de conservación, Vegetación, Taxonomía, Endemismos, Riqueza de especies, Afinidades florísticas, Descripción de la especie, Análisis filogenético, Composición de especies de insectos, Rango de distribución, Efecto del tamaño y forma del bofedal en la riqueza y abundancia de especies	31
19	Genética de poblaciones	Diferenciación genética, Variación genética	Evolución de diversidad fenotípica, especies límites y rol de interacciones interespecíficas, Relaciones filogenéticas	2
20	Adaptación biológica	Cambios en las hojas a lo largo del gradiente altitudinal	Capacidad de adquirir carbón	1
21	Dinámica de poblaciones	Dinámica arbórea, Incremento de poblacional en elevación,	Diversidad de especies de árboles, Infestación Hongo critido	2
22	Biología parental	Descripción del canto nupcial	Propiedades acústicas del canto	1
23	Ecología de comunidades	Ecología de comunidades, Zonificación	Deforestación, Diversidad de especies, Distribución de especies	3

Anexo 5. Temas y subtemas tratados agrupados por categoría analítica para el periodo 2010-2015 para un total de 288 artículos científicos.

Nro.	Categoría analítica	Temas principal tratado*	Subtema tratado o acompañante del tema principal*	Número de artículos
1	Ambiente físico	Climatología neblina, Patrones diurnos y estacionales del microclima	Ecología, Dinámica del ecosistema	2
2	Biogeografía	Ampliación de rango altitudinal, Biogeografía de salamandras, Desgaste biótico, Distribución actual del mono negro, Distribución de especies, Distribución de especie de ave, Distribución del mono cola amarilla, Distribución de especies de escarabajos, Distribución del género, Distribución del oso andino, Diversidad de microbios en gradiente de elevación, Efecto de las barreras biogeográficas y dinámica del hábitat relativo a oscilaciones climáticas, Fitogeografía, Patrón de distribución de <i>Polylepis</i> con la altura, Patrón de distribución en comunidades de cactáceas, Patrón de distribución en rango altitudinal, Patrones de distribución espacial, Patrones geográficos de diferenciación de especies por características de clima, Patrones geográficos de riqueza de especies, Predicción de distribución de bosques nativos de <i>Polylepis</i> , Rango altitudinal de distribución, Rango de distribución de la especie, Variación altitudinal riqueza, diversidad y estructura comunitaria, Variación de comunidades de microbios con la elevación	Distribución de la especie, Diversidad de la especie, Rango de nicho, Ocupancia actual, nivel de fragmentación y amenazas, Cambio climático, Descripción de la especie, Estado de conservación, Degradación del hábitat, Análisis filogenético, Registro de la especie, Registro de microbios, Filogeografía de la especie, Taxonomía, Influencia del impacto antrópico en <i>Polylepis</i> , Fitosociología, Biogeografía, Aislamiento histórico y dispersión, Riqueza de especies y conservación, Modelos de distribución de dos especies, Descripción del micro hábitat, Diferencias entre composición de microbios y propiedades abióticas del suelo	24

3	Carbono	Biomasa y desarrollo de especies, Carbono orgánico, Contenido de carbono, depósitos de carbono y estabilidad, Cuantificación espacial y temporal de flujos en el suelo, Diferencias entre biomasa viva y muerta y carbón del suelo, Dinámica de carbono en madera a lo largo de gradiente altitudinal, Dinámica del ecosistema, Evaluar el stock de carbono en el ecosistema de Polylepis, Factores que manejan la descomposición, Fijación, alocación y flujo de carbono, Flujo de carbono, Producción, alocación y ciclo del carbono, Simulación de flujos de carbono, Stock de carbono	Stock de carbono, Ciclo de carbono, Agroforestería, Rol de variables ambientales en el flujo en el suelo, Afectación del fuego intenso en los stock de carbón, Balance de carbono, Carbono, Generación de ecuación alométrica, Traslocación de flujos de carbono, Productividad primaria, Tasas de respiración de tallos, Monitoreo de dinámica del carbono, Mecanismos de control del carbono, Deforestación	14
4	Comportamiento alimenticio	Acopio de polen, Dieta de murciélagos, Dieta de roedores	Riqueza de especies, Composición de especies de mamíferos, Frugivoría, Sobre posición de recursos alimenticios	4
5	Conservación biológica	Conservación, Declinación de especies, Descripción de las tres dimensiones de la biodiversidad, Fito restauración, Nivel de conservación de la flora, Participación comunitaria en la conservación, Redescubrimiento de la especie, Unidad geoeconómica - usos de recursos,	Manejo de impacto, Viabilidad poblacional, Hongo critio, Riqueza de especies, Prioridades de conservación, Fitoremediación, Estado de conservación, Manejo adaptativo, Zonas homogéneas de producción	10

6	Dendrocronología	Dendrocronología	Indicadores	1
7	Diversidad	Diversidad de especies de coleópteros, Diversidad de hormigas, Diversidad de especies de epifitas vasculares, Diversidad de especies de mamíferos, Diversidad de especies de orquídeas, Diversidad del género <i>Polylepis</i> , Diversidad genética en <i>Polylepis</i> , Diversidad vegetal, Diversificación de linajes, Patrones de diversidad en relación a patrones ambientales, Patrones espaciales y temporales, Revisión de diversidad de especies, Variación de diversidad	Composición florística, Conservación, Madera muerta, Filogenética, Composición de especies de coleópteros, Composición de la comunidad de coleópteros, Distribución por condiciones climáticas, Distribución de la especie, Abundancia de especies, Distribución del género <i>Polylepis</i> , Fragmentación de hábitat, Estado de conservación, Tasa de movilidad de linajes, Riqueza de especies, Diversidad de especies, Relaciones filogenéticas, Monitoreo	20
8	Efecto del cambio climático	Cambio climático, Cambio de hábitat, Cambio en composición y estructura arbórea por el fuego, Cambio en la composición y diversidad florística por el ambiente, Cambios en límite altitudinal del lago, Cambios en los patrones de lluvias y sus efectos en medios de vida, Cambios en procesos ecológicos, Cambios paleo ecológicos relacionados con la última edad de hielo, Efectos de la temperatura al crecimiento, Impacto del cambio climático en la biodiversidad, Régimen hidrológico, Respuesta de epifitas al cambio de temperatura, Rol de factores bióticos y abióticos en establecimiento en gradientes, Simulación de efectos de la temperatura en la respiración de suelo, Suficiencia de colecciones para modelos de nicho, Tolerancia a gradiente de temperatura y crecimiento de patógeno, Volumen glacial.	Estado de conocimiento, Eventos extremos, Impactos en el ambiente, Migración de árboles, Perturbaciones, Vegetación, Distribución de la especie, Tolerancia al fuego, Descripción de la especie, Paleoecología, Implicancias del proceso en medios de vida, Cambio climático, Prácticas de Agroforestería, Tasa de recambio, Impacto del uso de la tierra, Impactos en el ambiente, Composición florística, Predicción de efectos del cambio climático, Variación temporal de temperatura, Impacto del cambio climático en especies, Estrés por cambio climático, Multifractales	23

9	Estructura del bosque	Caracterización vegetación a lo largo de gradiente altitudinal, Estructura de metacomunidades a lo largo de gradiente altitudinal, Estructura del bosque, Medición de cobertura, Paisajes culturales, Variación estructural como indicador de degradación de bosques predicho por accesibilidad de humanos	Composición florística, Variación en características taxon-específicas, Regeneración, Sensoramiento Remoto, Prácticas de manejo, Dependencia de las variables estructurales a la elevación	7
10	Etnobotánica	Conocimiento tradicional de plantas medicinales, Importancia de las plantas medicinales	Distribución del conocimiento, Distribución y transmisión de conocimiento, Riqueza vegetal, Usos, Variación del uso entre comunidades	6
11	Etnoecología	Conocimiento y cultura sobre el ecosistema	Estrategias de conservación	1
12	Fisiología vegetal	Fisiología vegetal, Parámetros fotosintéticos de las hojas, Relación de la temperatura, respiración de suelo en la descomposición potencial de materia orgánica de suelo	Stress hídrico, Relación de la fotosíntesis con la altura de copa, Técnicas de medición de materia orgánica de suelo	3
13	Impacto antrópico	Cambio en el paisaje debido al cambio en el manejo, Cambios temporales en la diversidad y composición de especies en parches, Deforestación, Efecto del fuego en tres ecosistemas, Efectos de la deforestación, Impacto humano, Migración de especies, Respuesta de la vegetación al clima y al uso de tierra	Fragmentación de hábitat, Cambio del uso y características de los parches, Cambio climático, Cambio climático y fuego, Adaptación, Incendios, Trayecto del impacto antrópico al paisaje	8
14	Indicadores	Parches como indicadores de vegetación potencial, Surrogados	Diferencias de composición y diversidad, Diversidad de especies	2
15	Manejo de fauna	Cacería de mamíferos, Caracterización de cacería de mamíferos	Composición de especies de mamíferos, Usos	2

16	Productividad primaria	Dinámica de raíces, Fertilización, Productividad primaria	Productividad primaria, Nutrientes, Cambio de productividad, Carbono, Comparación de respiración del ecosistema y red de productividad, Diversidad de especies, Patrón espacial de dinámica del carbón, Patrón temporal de dinámica del carbón	8
17	Sensoramiento remoto	Prospección de bosques relictos, Reconciliación entre mediciones satelitales e imágenes de fina resolución para mejorar la reflectancia de superficie	Uso de Google earth para conservación, Análisis de estas herramientas en áreas de montaña en Perú	2
18	Servicios ecosistémicos	Servicios ecosistémicos, Servicios del agua relacionado al flujo hidrológico	Características de estructurales y ecológicas relevantes al uso de tierra	2
19	Sistemática y Taxonomía	Descripción de la especie, Diversificación de especie de ave, Diversificación de Heliotropium, Evaluar hipótesis de diversificación, Examinación taxonómica de las especies, Filogenética molecular de la especie, Filogenia, 20Patrones de variación fenotípica, Reconocimiento de especies y taxonomía, Registro de nueva especie, Relaciones filogenéticas, Reporte de nuevas especies simpátricas, Revisión de la especie, Revisión del género, Variación genética y morfológica, Variación morfométrica, Variación morfométrica, hematológica, cardiaca., Taxonomía, Sistemática, Historia biogeográfica	Clave taxonómica, Composición de especies de anfibios, Composición florística, Distribución de la especie, Hábitat y fenología, Historia natural, Posición filogenética, Relaciones filogenéticas, Riqueza de especies, Taxonomía, Vocalización, Filogenética, Relaciones filogenéticas y rangos biogeográficos, Estado de conservación, Historia biogeográfica, Determinantes ambientales de la evolución, Diversidad de especies, Divergencia temporal y Biogeografía, Diversidad de especies, Estado de conservación, Especiación, Actualización de árbol filogenético molecular, Composición de especies de insectos, Nuevos records, rango de extensión e información sobre diagnósticos de caracteres y relaciones filogenéticas, Taxonomía intraespecífica, Descripción de la especie, Especialización, Distribución, Registro de la especie	64

20	Composición de especies	Composición y diversidad de especies de árboles, Composición de especies de avispas, Composición de especies de mamíferos, Composición de especies de mosquitos, Composición de especies de orquídeas, Composición florística, Composición florística de humedales, Composición florística y estado taxonómico mariposas, Composición y diversidad de especies de aves, Comunidad microbiana, Endemismos, Ensamblaje de especies, Ensamblaje de especies en bosque remanente, Espectro de polen como reflejo de la vegetación, Inventario, Inventario de especies de primates, Listado de especies, Patrones de riqueza y composición a lo largo de gradiente altitudinal, Registro de la especie, Registro de nueva especie, Registro y descripción de nueva especie, Reporte de especie, Riqueza de especies, Riqueza y abundancia de especies, Riqueza y abundancia de especies, diversidad de grupos funcionales	Distribución de la especie, Diversidad de especies altitudinalmente, Patrones de actividad, Rango de distribución, Patrón de distribución en distintas formaciones vegetales, Estructura de vegetación, Composición química del humedal, Conservación, Gradientes en ecotonos, Ambientes extremos, Modelo de distribución de endemismos, Estructura del microhabitat para las especies, Espectro de polen como reflejo del gradiente de precipitación, Patrón de distribución con la altitud, Endemismos, Estado de conservación, Riqueza de especies, Rareza, Agrupación fenética, Revisión de clave, Sistemática y zoogeografía, Taxonomía, Afinidades florísticas, Variación micro climática y diversidad, Identificar patrones de correlación ambiental y funcionalidad del ecosistema	42
21	Ecología de poblaciones	Densidad poblacional, Ecología de la especie, Efectos de la estación, actividad edad/sexo distancia entre individuos, Habilidad de dispersión, Limitación modelo Forero, Modelos de distribución de especies,	Deforestación, Información de composición y uso de hábitat, Estado de conservación, Uso de los estratos de bosque, Distribución de especies de escarabajo en gradiente altitudinal, Declinación de especies, Cambio de nicho, Impactos de errores de georeferenciación	8

22	Genética de poblaciones	Determinismo genético en rutas funcionales, Diferenciación genética, Diferencias morfológicas, Distribución de variación genética, Variación genética	Nicho climático óptimo, Distribución de la especie, Filogenética, Consistencia de linaje con taxonomía y variación morfológica, Conservación	5
23	Adaptación biológica	Divergencia adaptativa, Respuesta de los gremios a los cambios de cobertura	Variación fenotípica, Efectos de deforestación y degradación de hábitat en los gremios	2
24	Dinámica de poblaciones	Datos de comportamiento, Desplazamiento de la línea de bosque, Dinámica forestal, Migración de especies, Movilidad de comunidad de aves, Patrones de reclutamiento de especies, Recambio de especies, Reclutamiento (efecto nodriza), Tasa de migración, Variación temporal de especies	Movilidad, Factores que intervienen y cambio climático, Cambio climático, Fragmentación de hábitat, Dispersión de semillas y microclima, Asociaciones entre aves y vegetación, Diversidad de especies, Establecimiento (biología trófica), Impacto del cambio climático en migración de especies, Declinación de especies	11
25	Poblaciones en comunidades	Competencia entre especies por nicho, Datos de comportamiento, Interacciones, Microhábitat, Nicho bioclimático gato andino, Patrón de organización	Procesos de ensamblaje, Relaciones filogenéticas, Uso de los estratos de bosque, Defensas químicas, Patrón de distribución, Biogeografía, Ecología, Herramientas de análisis	8
26	Biología parental	Biología parental, Comportamiento de nidificación, Descripción del nido, huevos e incubación, Periodo de incubación, Cuidado parental	Comportamiento de aves, Incubación, Implicancias ecológicas y taxonómicas de la biología de anidación, Control parental, Registro de nueva especie	5
27	Ecología de comunidades	Ecología de comunidades, Patrones en la composición de la comunidad, Rol funcional de herbívoros invertebrados	Comunidades vegetales, Impacto del cambio climático en el ecosistema, Descripción de la vegetación, Consumo de carbón de plantas	4

Anexo 6. Número de artículos por grupos, categoría analítica, tema y subtema

Grupo/categoría analítica/tema/subtema	Nro. artículos
Anfibios	61
Biogeografía	3
Distribución de la especie de anfibio	1
Distribución de la especie de anfibio binacional	1
Patrones de divergencia	1
Biología parental	2
Cuidado parental	1
Descripción canto nupcial	1
Composición de especies	4
Listado de especies	1
Niveles de divergencia en gradiente altitudinal	1
Registro de nueva especie	2
Conservación biológica	1
Declinación de especies	1
Dinámica de poblaciones	2
Incremento de poblacional en elevación	1
Variación temporal de especies	1
Diversidad	1
Revisión de diversidad de especies	1
Ecología de poblaciones	1
Limitación modelo Forero	1
Efecto cambio climático	1
Tolerancia a gradiente de temperatura y crecimiento de patógeno	1
Sistemática y Taxonomía	46
Descripción de la especie (s)	28
Filogenética molecular de la especie	1
Redescubrimiento de la especie	1
Registro de nueva especie	9
Relaciones filogenéticas	3
Revisión del genero	1
Taxonomía	2
Variación morfométrica	1
Anfibios & Reptiles	1
Composición de especies	1
Listado de especies	1
Aves	60
Adaptación biológica	1
Respuesta de los gremios a los cambios de cobertura	1
Biogeografía	12

Ampliación de rango altitudinal	1
Distribución de especies de aves	1
Distribución de la especie de ave	2
Distribución de la especie de mono cola amarilla	1
Distribución y Ecología	1
Efecto de las barreras biogeográficas y Dinámica del hábitat relativo a oscilaciones climáticas	1
Patrón biogeográfico de aves	1
Patrón de Distribución en rango altitudinal	1
Patrón geográfico de aves	1
Rango altitudinal de distribución	1
Variación geográfica latitudinal	1
Biología parental	4
Biología parental	1
Comportamiento de nidificación	1
Descripción del nido, huevos e incubación	1
Periodo de incubación	1
Comportamiento alimenticio	1
Comportamiento forrageo	1
Composición de especies	8
Composición de especies de aves	2
Composición y diversidad de especies de aves	3
Registro de la especie	3
Conservación biológica	3
Conservación	1
Estado de Conservación	2
Dinámica de poblaciones	2
Movilidad de comunidad de aves	1
Recambio de especies	1
Diversidad	2
Diversidad de especies de aves	1
Diversificación de linajes	1
Ecología de comunidades	2
Ecología de comunidades	1
Patrones en la Composición de la comunidad	1
Estructura del bosque	1
Comunidades de aves y estructura de vegetación	1
Etnozoología	1
Conocimiento tradicional de aves	1
Genética de poblaciones	4
Diferenciación genética	2
Distribución de Variación genética	1
Variación genética	1
Impacto antrópico	1
Fragmentación de hábitat y Distribuciones de aves	1
Manejo fauna	1
Caracterización de cacería de Mamíferos	1

Poblaciones en las comunidades	2
Competencia entre especies por nicho	2
Sensoramiento remoto	1
Prospección de bosques relictos	1
Sistemática y Taxonomía	14
Descripción de la especie (s)	3
Diversificación de especie de ave	1
Examinación de la estructura fitogeografía de las especies	1
Examinación taxonómica de las especies	1
Filogenia	1
Registro de nueva especie	1
Relaciones filogenéticas	2
Sistemática	1
Taxonomía	1
Variación genética y morfológica	1
Variación morfométrica, hematológica, cardíaca	1
Aves & Mamíferos	4
Biogeografía	1
Patrones de zonación altitudinal	1
Estructura del bosque	3
Continuidad de estructura de aves y Mamíferos	1
Estructura de comunidades	1
Estructura de metacomunidades a lo largo de gradiente altitudinal	1
Briofitas	1
Composición de especies	1
Riqueza y abundancia de especies	1
Ecosistema	108
Ambiente físico	8
Caracterización del ambiente	1
Climatología neblina	1
Disponibilidad agua neblina	1
Edad, origen de recursos hidrobiológicos	1
Patrones diurnos y estacionales del microclima	1
Record paleo ecológico	1
Revisión de la historia glacial de Perú y Bolivia	1
Revisión de patrones y procesos en los Andes	1
Biogeografía	8
Afinidades biogeográficas entre bosques	1
Desgaste biótico	1
Diferencias subregionales en los andes debido a factores edáficos, climáticos, altitudinales.	1
Distribución de especies	1
Diversidad de microbios en gradiente de elevación	1
Paleofitogeografía	2
Reconstrucción paleo ambiente	1
Carbono	13
Carbono orgánico	1

Contenido de carbono, depósitos de carbono y estabilidad	1
Cuantificación espacial y temporal de flujos en el suelo	1
Diferencias entre biomasa viva y muerta y carbón del suelo	1
Dinámica de carbono en madera a lo largo de gradiente altitudinal	1
Dinámica del ecosistema	1
Factores que manejan la descomposición	1
Fijación, alocación y flujo de carbono	1
Impacto económico secuestro carbono	1
Producción, alocación y ciclo del carbono	1
Simulación de flujos de carbono	1
Stock de carbono	1
Tamaño de stock de carbón orgánico en tres tipos de vegetación	1
Composición de especies	3
Composición florística de humedales	1
Comunidad microbiana	1
Riqueza temporal de comunidades de aves en bofedales	1
Conservación biológica	7
Conservación	1
Establecimiento de vegetación	1
Estado de Conservación	1
Fito restauración	1
Nivel de Conservación de la flora	1
Participación comunitaria en la Conservación	1
Unidad geoeconómica - usos de recursos	1
Dendrocronología	1
Dendrocronología	1
Dinámica de poblaciones	1
Dinámica forestal	1
Diversidad	2
Diversidad biológica en los Andes	1
Diversidad nativa y paisajes	1
Ecología de comunidades	2
Ecología de comunidades	1
Zonificación	1
Ecología de poblaciones	3
Densidad poblacional	1
Modelos de distribución de especies	2
Efecto cambio climático	25
Cambio climático	12
Cambio de distribución de especies	1
Cambio de hábitat	1
Cambio en la composición y diversidad florística por el ambiente	1
Cambios en límite altitudinal del lago	1
Cambios en los patrones de lluvias y sus efectos en medios de vida	1
Cambios paleo ecológicos relacionados con la última edad de hielo	1

Efectos del cambio climático a ecosistemas de montaña	1
Impacto del cambio climático en la biodiversidad	1
Régimen hidrológico	1
Rol de factores bióticos y abióticos en establecimiento en gradientes	1
Simulación de efectos de la temperatura en la respiración de suelo	1
Suficiencia de Colecciones para modelos de nicho	1
Volumen glacial	1
Estructura del bosque	2
Medición de cobertura	1
Paisajes culturales	1
Etnoecología	1
Conocimiento y cultura sobre el ecosistema	1
Fisiología vegetal	3
Parámetros fotosintéticos de las hojas	1
Relación de la temperatura, respiración de suelo en la descomposición potencial de materia orgánica de suelo	1
Variación diurna de la respiración de suelo	1
Genética de poblaciones	1
Determinismo genético en rutas funcionales	1
Impacto antrópico	13
Cambio en el paisaje debido al cambio en el manejo	1
deforestación	2
Efecto del fuego en tres ecosistemas	1
Fragmentación de bosque	1
Impacto antrópico	2
Impacto de prácticas de manejo	1
Impacto humano	1
Migración de especies	1
Régimen de incendios	1
Respuesta de la vegetación al clima y al uso de tierra	1
Uso de tierra	1
Indicadores	1
Indicadores	1
Poblaciones en las comunidades	1
Datos de comportamiento	1
Productividad primaria	7
Dinámica de raíces	1
Fertilización	1
Productividad primaria	5
Sensoramiento remoto	1
Reconciliación entre Mediciones satelitales e imágenes de fina resolución para mejorar la reflectancia de superficie	1
Servicios ecosistémicos	5
Servicios ecosistémicos	1
Servicios del agua relacionado al flujo hidrológico	1
Valor de uso del bosque	1
Valorar una técnica de valorar el bosque	1

Variables socioeconómicos para predecir el valor del bosque	1
Fauna	1
Manejo fauna	1
Cacería de mamíferos	1
Flora	169
Adaptación biológica	1
Cambios en las hojas a lo largo del gradiente altitudinal	1
Ambiente físico	1
Reconstrucción paleo ecológica	1
Biogeografía	16
Biogeografía del genero Bomarea	1
Datos de Distribución	1
Distribución de especies endémicas de la familia Eriocaluaceae	1
Distribución de especies reportadas como endemismo por elevación	1
Distribución del genero de acuerdo al ambiente	1
Distribución del genero de cactácea	1
Distribución del genero Bomarea	1
Filogeografía: efecto de la Dinámica, divergencia por distancia e aislamiento histórico	1
Fitogeografía	1
Patrón de Distribución de la familia leguminosa	1
Patrón de Distribución de Polylepis con la altura	1
Patrón de Distribución en comunidades de cactáceas	1
Patrones de Distribución espacial	1
Patrones geográficos de diferenciación de especies por características de clima	1
Predicción de Distribución de bosques nativos de Polylepis	1
Relaciones paleogeográficas en Angiospermas	1
Carbono	4
Biomasa y desarrollo de especies	1
Determinación de captura de carbono	1
Evaluar el stock de carbono en el ecosistema de Polylepis	1
Flujo de carbono	1
Composición de especies	33
Adiciones a la flora	2
Composición y diversidad de especies de arboles	1
Composición de especies	1
Composición de especies de líquenes	1
Composición de especies de orquídeas	1
Composición de especies de podocarpáceas	1
Composición florística	1
Composición florística	5
Composición florística y vegetación	1
Diversidad y Composición florística en BTES	1
Especies endémicas	4
Espectro de polen como reflejo de la vegetación	1
Listado de especies	2
Nuevas especies	1

Registro de nueva especie	8
Reporte de especie	1
Riqueza de especies	1
Conservación biológica	4
Conservación	2
Ecología, afinidad genérica, posición sistemática y estado de conservación	1
Estado de Conservación	1
Dinámica de poblaciones	7
Desplazamiento de la línea de bosque	1
Dinámica arbórea	1
Migración de especies	1
Patrones de reclutamiento de especies	1
Recambio de especies	1
Reclutamiento (efecto nodriza)	1
Tasa de migración	1
Diversidad	20
Caracterización de la vegetación	1
Composición florística y Diversidad	2
Diversidad	4
Diversidad de especies de epifitas vasculares	1
Diversidad de especies de orquídeas	2
Diversidad florística asociada a lagunas	1
Diversidad florística de un bosque	1
Diversidad florística en Paramo	1
Diversidad genética en Polylepis	1
Diversidad genética en Puya	1
Diversidad vegetal	1
Diversidad y Composición florística de arbustos del sotobosque	1
Diversidad y Composición florística de bosques andinos	1
Patrones de diversidad en relación a patrones ambientales	1
Patrones espaciales y temporales	1
Ecología de comunidades	1
Ecología de comunidades	1
Ecología de poblaciones	1
Ecología de la especie	1
Efecto cambio climático	8
Cambio climático	2
Cambio en Composición y estructura arbórea por el fuego	1
Cambios en la cobertura de Polylepis por la altitud	1
Cambios en procesos ecológicos	1
Efectos de la temperatura al crecimiento	1
Impacto del cambio climático a la Distribución	1
Respuesta de epifitas al cambio de temperatura	1
Estructura del bosque	5
Caracterización vegetación a lo largo de gradiente altitudinal	1
Estructura de vegetación	1
Estructura del bosque	2

Variación estructural como indicador de degradación de bosques predicho por accesibilidad de humanos	1
Etnobotánica	14
Conocimiento tradicional de plantas medicinales	6
Etnobotánica	1
Importancia de las plantas medicinales	1
Nuevo componente aislado	1
Revisión de los usos de la especie	1
Uso de palmeras	1
Uso de plantas	3
Etnobotánica	1
Conocimiento Tradicional	1
Fisiología vegetal	1
Fisiología vegetal	1
Genética de poblaciones	1
Variación genética	1
Impacto antrópico	2
Cambios temporales en la diversidad y Composición de especies en parches	1
Efectos de la deforestación	1
Indicadores	2
Parches como indicadores de vegetación potencial	1
Surrogados	1
Poblaciones en las comunidades	3
Microhabitat	1
Patrón de organización	2
Productividad primaria	2
Comportamiento fenológico	1
Productividad primaria	1
Sistemática y Taxonomía	42
Claves taxonómicas	1
Descripción de la especie	6
Descripción de la especie (s)	9
Diversificación de Heliotropium	1
Estado taxonómico	1
Evidencia de monofilia en Taxonomía	1
Filogenia de la especie	1
Filogenia: relaciones evolutivas	1
Reconocimiento de especies y Taxonomía	1
Registro de nueva especie	2
Revisión de especies de Nasa	1
Revisión de la especie	1
Revisión del genero	1
Sistemática	1
Taxonomía	14
Flora & Fauna	3
Composición de especies	2
Composición de especies de fauna y flora	1

Endemismos	1
Diversidad	1
Diversidad del genero Polylepis	1
Insectos	55
Adaptación biológica	1
Divergencia adaptativa	1
Biogeografía	5
Distribución de la especies de escarabajos	1
Distribución del genero	1
Patrones de Distribución espacial	1
Variación altitudinal riqueza, diversidad y estructura comunitaria	1
Variación geográfica	1
Comportamiento alimenticio	1
Acopio de polen	1
Composición de especies	17
Composición de especies	1
Composición de especies de avispas	1
Composición de especies de mosquitos	1
Composición florística y estado taxonómico mariposas	1
Ensamblaje de especies	1
Inventario	1
Listado de especies	2
Patrones de riqueza y Composición a lo largo de gradiente altitudinal	1
Registro de la especie	2
Registro de nueva especie	4
Registro y Descripción de nueva especie	1
Riqueza y abundancia de especies, diversidad de grupos funcionales	1
Diversidad	5
Diversidad	1
Diversidad de especies de arañas	1
Diversidad de especies de coleópteros	2
Resiliencia de la diversidad mirmecológica	1
Ecología de comunidades	2
Ecología de comunidades	1
Rol funcional de herbívoros invertebrados	1
Ecología de poblaciones	2
Caracterización de la plaga de la Budleja	1
Habilidad de dispersión	1
Genética de poblaciones	1
Diferencias morfológicas	1
Poblaciones en las comunidades	1
Interacciones	1
Sistemática y Taxonomía	20
Descripción de la especie (s)	12
Evaluar hipótesis de diversificación	1
Morfología	1

Registro de nueva especie	1
Revisión de la especie	1
Revisión del genero	1
Sistemática	2
Taxonomía	1
Líquenes	1
Biogeografía	1
Patrones de Distribución espacial	1
Mamíferos	37
Biogeografía	5
Distribución actual del mono negro	1
Distribución del oso andino	1
Orígenes y relaciones de la biota	1
Patrones geográficos de riqueza de especies	1
Rango de Distribución de la especie	1
Comportamiento alimenticio	5
Dieta de murciélagos	1
Dieta de roedores	2
Dieta del zorro	2
Composición de especies	7
Composición de especies de Mamíferos	1
Ensamblaje de especies en bosque remanente	1
Inventario de especies de primates	1
Registro de la especie	1
Registro de nueva especie	1
Reporte de especie	2
Conservación biológica	2
Descripción de las tres dimensiones de la biodiversidad	1
Redescubrimiento de la especie	1
Dinámica de poblaciones	2
Datos de comportamiento	1
Recambio de especies	1
Diversidad	3
Diversidad de especies de Mamíferos	2
Variación de diversidad	1
Ecología de poblaciones	2
Densidad poblacional	1
Efectos de la estación, actividad edad/sexo distancia entre individuos	1
Genética de poblaciones	1
Diferenciación morfológica y genética	1
Manejo fauna	2
Cacería de mamíferos	1
Presión de caza	1
Poblaciones en las comunidades	2
Hábitats y rangos altitudinales	1
Nicho bioclimático gato andino	1

Sistemática y Taxonomía	6
Descripción de la especie (s)	2
Patrones de Variación fenotípica	1
Registro de nueva especie	2
Revisión de la Sistemática	1
Microbios	1
Biogeografía	1
Variación de comunidades de microbios con la elevación	1
Reptiles	8
Biogeografía	1
Biogeografía de salamandras	1
Composición de especies	2
Registro de nueva especie	2
Sistemática y Taxonomía	5
Descripción de la especie (s)	1
Filogenia	1
Relaciones filogenéticas	1
Reporte de nuevas especies simpátricas	1
Variación en la especie	1

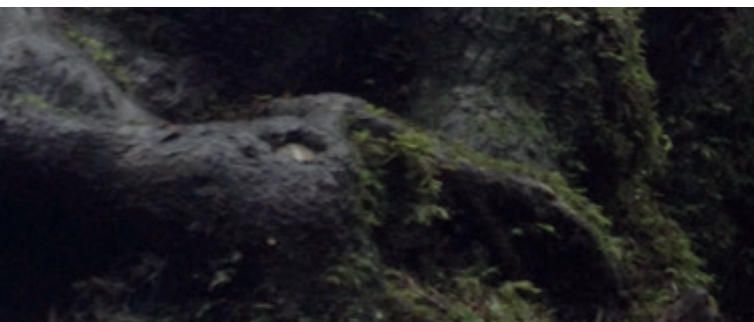
Anexo 7. Lugares de investigación y su ubicación por región con información sobre bosques andinos (viene del cuadro 4).

Región	Lugares
Amazonas	Bagua chica, Yambrasbamba, La Esperanza
Ancash	Huari, Pueblo Libre en Huaylas Distrito de Mancos prov. -Yungay Distrito de Tingo, Huasta en Bolognesi, Casma
Apurímac	Ampay
Arequipa	Pocsi, anexo de Tuctumpaya
Ayacucho	Cerro Palla Palla, Chiquintirca en La Mar, Jollpas, Vinchos y Vishongo
Cajamarca	Tabaconas, Huancabamba, Chinchipe en San Ignacio, Cutervo, Canchaque, Cachil, Montesco, Tongod, San Ignacio Amotape-Huancabamba, El Espino y Palambe, Sallique prov. Jaen, Corochoco en Chota, Laguna Baja cerca de Pataz, Yanacancha en Celendín, La Oscurana, Caserío El Nogal y Bolivar en San Miguel de Pallaques, Querocoto en Chota, Chinchiquilla en San Ignacio, Distrito Guzmango en Contumazá
Cusco	Puesto de vigilancia Acjanaco Lucre-Huacarpay Urubamba, La Convención, Lares en Calca, Paucartambo y Quispicanchis Pitumarca, Pilcopata, Mantamay, Huilloc, Choquechaca, San Pedro, Wayquechas y Tres Cruces en Paucartambo, Suykutambo en Espinar, Anta, Camisea
Huancavelica	Tayacaja
Huánuco	Cerro Chinguela

Junín	Pozuzo en Oxapampa, Alrededores Laguna de Junín Alrededores de Laguna Pomacocha y Habascocha, Quilcas en Huancayo, Tambo prov. Huancayo, San Ramón, Pampa Hermosa y Satipo
La Libertad	Santiago de Chuco, Cerro Campana, Cachicadán (Distrito Cachicadán), Cerro Ragash (Distrito de Salpo), Namora-Cajamarca, LLacanora Cajamarca y en la subida Cajamarca-hacia el Cerro Santa Apolonia (Distritos Namora, LLacanora)
Lambayeque	Kañaris en Ferreñafe, Santa Catalina de Chongoyape, Uchumarca y Pusac en Bolívar
Lima	Huaroquirí, Canta, Huaral Huaura, Cerro Umarcata y quebrada Oropel (Valle Chillón), San Mateo y San Jerónimo de Surco, Lachaqui en Canta, Cochahuayco en Lurín
Madre de Dios	Manú
Pasco	Tsachopen, Loma Linda, San Pedro de Pichanaz en Oxapampa, Qda. San Daniel, Qda. Paujil, Qda Bocaz
Piura	Huaylingas en Morropón Cerro Chacas, Lanchuran, San Juan de Cachiaco y Samanga en Ayabaca
Puno	Challohuma, Yanahuaya y Yanacocha en Sandia, Muñami y Suatia en Lampa, Tupala y Acjanaco, Juliaca
San Martín	Ungurahuy, Yanachaga -Chemillen



AGRADECIMIENTOS



Mi sincero agradecimiento a Blanca León y Kenneth Young (The University of Texas at Austin), Marco Antonio Arenas Aspilcueta (SERNANP), Luis Antonio Tovar y Enrique Gushiken (CDC-UNALM), Carlos Reynel R. (Herbario Forestal MOL-FCF), Jamil Alca (GIZ), Humberto Zelada Garate del Proyecto Cogestión Amazonia Perú - GIZ, Wilfredo Mendoza, Asunción Cano, Niels Valencia, César Arana, Víctor Pacheco, Joaquina Albán, Betty Millán del Museo de Historia Natural Javier Prado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Oscar Gonzáles (UF), Catherine Bravo (FIU), Armando Valdés (UPCH), Mirella Gallardo y Fidel Torres (Instituto de Montañas), Percy Nuñez, Washington Galiano (UNSAAC), William Farfán y Norma Salinas (ABERG), Isau Humantupa (UNSAAC), Sidney Novoa y Vanessa Luna (ACCA), Aaron Groth y Alexander Morey (Naturaleza y Cultura Internacional), Carlos Alberto Arnillas (CDC-UNALM), Alonso Pérez Ojeda, Tatiana Pequeño (CIMA-Cordillera Azul), Federico Rizopatrón (Centro Neotropical de Entrenamiento en Humedales - Perú), Rainer Bussman (MBG), Robert Hofstede, María Soledad Ortiz, Héctor Aponte (Científica), Nicolás Ibáñez y Juan Torres (FC-UNALM), Sarah Lan Mathez (Universidad de Berna - ICRAF), Anita Arrascue Lino y Walter Huamani (MINAM), Michael Vega (UNMSM), José Luis Venero (UNSAAC), Mónica Romo (USAID), Marly Orrego y Jorge Chávez (FCF-UNALM), Reynaldo Linares (Smithsonian Institution), Carolina Casareto (Perú LNG), Francois Jost (TU Dresden), Carolina Tovar (Oxford University), Joel Pacheco (Medicina Veterinaria- UNMSM), Gorky Valencia (IVITA-UNMSM), Alina Pace, José Luis Mena (WWF), Verónica Galmez (Helvetas) y Manuel Peralvo (CONDESAN) por el apoyo con literatura y sus aportes sobre el conocimiento en bosques andinos

Reproducción autorizada si se cita la fuente. Esta publicación deberá ser citada de la siguiente manera:

La Torre-Cuadros, MA. 2016. Estado del Arte Científico sobre el Manejo de Bosques Andinos en el Perú. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, Programa Bosques Andinos de la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación - COSUDE, HELVETAS Swiss Intercooperation, CONDESAN.



BOSQUES ANDINOS ES UN PROGRAMA DE:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE



MINISTERIO
DE AGRICULTURA
Y RIEGO

SERFOR Servicio
Nacional
Forestal y
de Fauna
Silvestre

BOSQUES ANDINOS ES UN PROGRAMA FACILITADO Y ASESORADO POR:



HELVETAS
Swiss Intercooperation



CONDESAN
Consortio para el Desarrollo Sostenible
de la Ecorregión Andina