



# Gestión regional de la información en biodiversidad: fomentando la ciencia participativa en el sur de Chile

Laura Sánchez-Jardón<sup>1,2</sup> , Roberto Uribe-Paredes<sup>3</sup> , Diego Álvarez-Saravia<sup>4</sup> , Cristian Aldea<sup>5,6</sup> , Víctor Raimilla<sup>1,7</sup>, Eduardo Velázquez<sup>1,8,9</sup> , Susana Millán<sup>1</sup> , Julio Águila<sup>3</sup>

(1) Centro Universitario Coyhaique, Universidad de Magallanes, Jose Miguel Carrera 485, Coyhaique, Chile.

(2) Centro Internacional Cabo de Hornos (CHIC), Teniente Muñoz 166, Puerto Williams, Chile.

(3) Departamento de Ingeniería en Computación, Universidad de Magallanes, Av. Bulnes 01855, Punta Arenas, Chile.

(4) Escuela de Medicina, Universidad de Magallanes, Av. Bulnes 01855, Punta Arenas, Chile.

(5) Departamento de Ciencias y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad de Magallanes, Av. Bulnes 01855, Punta Arenas, Chile.

(6) Centro de Investigación GAIA-Antártica, Universidad de Magallanes, Av. Bulnes 01855, Punta Arenas, Chile.

(7) Fundación Parque La Tapera, Caleta Tortel, región de Aysén, Chile.

(8) Instituto Universitario de Gestión Forestal Sostenible, Universidad de Valladolid, Palencia, España.

(9) Escuela de Ingenierías Agrarias, Universidad de Valladolid, Palencia, España.

Autor de correspondencia: L. Sánchez-Jardón [[laura.sanchez@umag.cl](mailto:laura.sanchez@umag.cl)]

> Recibido el 05 de mayo de 2022 - Aceptado el 15 de junio de 2022

**Como citar:** Sánchez-Jardón, L., Uribe-Paredes, R., Álvarez-Saravia, D., Aldea, C., Raimilla, V., Velázquez, E., Millán, S., Águila, J. 2022. Gestión local de la información en biodiversidad: fomentando la ciencia participativa en el sur de Chile. *Ecosistemas* 31(3): 2385. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2385>

## Gestión regional de la información en biodiversidad: fomentando la ciencia participativa en el sur de Chile

**Resumen:** Gestión local de la información en biodiversidad: fomentando la ciencia participativa en el sur de Chile. La caracterización, la cuantificación y el seguimiento de la biodiversidad han sido algunos de los principales retos de la conservación. El Sistema de Información en Biodiversidad para Aysén (SIB-Aysén) es una plataforma colaborativa e interactiva para la consulta y gestión de datos biológicos que actualmente contiene más de 10 000 registros de unas 2800 especies de plantas, animales, hongos y microalgas presentes en la región subantártica de Aysén, Chile. Para construir la base de datos, se recopilaban los registros publicados en revistas especializadas, publicaciones divulgativas y documentos técnicos validados por la comunidad científica y se sistematizaron de acuerdo al estándar Darwin Core. En la plataforma, construida usando herramientas de libre acceso, para cada especie se muestra una ficha con descripción general, galería de fotografías y registros geolocalizados. Se encuentra disponible para todo público en internet a través del enlace <https://kataix.umag.cl/sib-aysen/>. Se dispone de un módulo para la participación ciudadana que permite a las comunidades locales ingresar sus propios registros participativos, los cuales deben ser validados por especialistas. El proceso participativo se ha desarrollado mediante diversas iniciativas de innovación social como Hongusto y el Laboratorio Abierto de Ciencias Subantárticas, en los que se han involucrado científicos y comunidades locales. En este artículo se presenta el proceso de generación de este sistema para ampliar el conocimiento y valoración de la biodiversidad local.

**Palabras clave:** bases de datos sobre biodiversidad; Patagonia chilena; GBIF; región subantártica

## Regional biodiversity information management: fostering participatory science in southern Chile

**Abstract:** Local management of biodiversity information: fostering community-based science in southern Chile. The Biodiversity Information Facility for Aysén (SIB-Aysén) is a collaborative and interactive platform for consultation and management of biological data that currently contains more than 10 000 records of some 2800 species of plants, animals, fungi and microalgae present in the sub-Antarctic region of Aysén, Chile. To build the database, records published in specialized journals, informative publications and technical documents validated by the scientific community were compiled and systematized according to the Darwin Core standard. The platform, built using open-access tools, shows for each species a file with a general description, photo gallery and georeferenced records. It is available to the public on the Internet through the link <https://kataix.umag.cl/sib-aysen/>. There is a module for citizen participation that allows local communities to enter their own participatory records, which must be validated by specialists. The participatory process has been developed through various social innovation initiatives such as Hongusto and the Open Laboratory of Subantarctic Sciences, in which scientists and local communities have been involved. This article presents the process of generating this system to expand the knowledge and valuation of local biodiversity.

**Keywords:** biodiversity databases; Chilean Patagonia; GBIF; sub-Antarctic region

## Introducción

La integración de conjuntos de datos biológicos a largo plazo es un desafío clave para un seguimiento eficaz de la biodiversidad, dado que facilita la comparación entre las condiciones anteriores y las actuales a escala local ayudando a identificar patrones de cam-

bio y a generar conocimiento fiable y consistente que oriente políticas de conservación basadas en el conocimiento científico (Lindenmayer et al. 2012; Mihoub et al. 2017; Blowes et al. 2019; Kühl et al. 2020). Acuerdos internacionales como el Convenio de Diversidad Biológica (CBD) generado en la Conferencia de las Naciones Unidas en Río en 1992 o, más recientemente, el Panel Interguber-

namental de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES) incluyen disposiciones en torno a la elaboración periódica de inventarios, listados de especies, paisajes, ecosistemas para estudiar la biodiversidad y sus cambios, reconociendo que constituyen elementos determinantes para el desarrollo sostenible de los países (Chandler et al. 2017). Sin embargo, aún son escasas las series de datos que abarquen más de 50 años (Willis et al. 2005; Magurran et al. 2010), ya que los programas de seguimiento a largo plazo son costosos y difíciles de desarrollar y, cuando existen, los registros se guardan en bases de datos poco accesibles para otros investigadores (Costello et al. 2013; Proença et al. 2017; Likens y Lindenmayer 2018).

Además de facilitar el acceso a la información para científicos y especialistas, las bases de datos integradas de biodiversidad ofrecen instancias de colaboración entre distintos agentes sociales (gobiernos, instituciones y público en general) para lograr un mayor conocimiento y una mejor gestión de la biodiversidad de los ámbitos geográficos a los que hacen referencia, a la vez que constituyen, en sí mismos, productos valiosos para la ciencia (Pérez-Luque y Ros-Candeira 2019) que cada vez más revistas especializadas buscan publicar (Puerta-Piñero et al. 2020).

Es común que las bases de datos sobre biodiversidad estén ligadas a iniciativas de ciencia ciudadana o participativa (Kullenberg y Kasperowski 2016; Medrano et al. 2018; Waller 2019). Tanto así que en plataformas de biodiversidad como la Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF, por sus siglas en inglés), la mayoría de los datos proceden de contribuciones voluntarias (Chandler et al. 2017), a través de plataformas como *eBird* o *iNaturalist*. La participación pública no sólo aumenta la cantidad y diversidad de datos disponibles, sino que también es un proceso clave para co-construir conocimiento más allá de la academia científica y lograr una vinculación más estrecha y vivencial del público general y las comunidades locales con la biodiversidad (Ladouceur et al. 2022).

En contraste con la existencia de un número cada vez mayor de plataformas globales de biodiversidad, las plataformas a escala regional o subnacional son aún escasas y, sin embargo, permiten una mejor adaptación al usuario local y sus necesidades (Borges et al. 2010; Callaghan et al. 2020). El desarrollo de métodos participativos adaptados al trabajo con comunidades locales para recopilar, intercambiar y co-generar información biológica permite desarrollar planes de acción para implementar innovaciones sociales y facilita la gestión de nuevo conocimiento (Lauterio Martínez et al. 2021). En Chile, donde los integrantes del Nodo GBIF han sistematizado una gran cantidad de registros asociados a especies procedentes de colecciones (MMA y PNUD 2017), hay aún una clara escasez de bases de datos de biodiversidad a escala regional que permitan a las instituciones y a la ciudadanía conocer mejor la biodiversidad del territorio que habitan y tomar decisiones relevantes para su conservación.

En este trabajo se presenta el proceso de elaboración del Sistema de Información sobre Biodiversidad para la región de Aysén (SIB-Aysén), a lo largo de los últimos años. SIB-Aysén es una plataforma interactiva y colaborativa desarrollada bajo los estándares de GBIF que recopila, presenta y comparte datos de biodiversidad de una de las regiones más remotas (entre los paralelos 43°18' y 49°16' S) y desconocidas del planeta. El objetivo del mismo es mostrar que las plataformas de gestión de datos regionales de biodiversidad: 1) son herramientas útiles para ampliar el conocimiento local de los socio-ecosistemas mediante una aproximación científica, especialmente en áreas remotas; 2) requieren un enfoque transdisciplinario y participativo para su desarrollo y mantenimiento.

## Desafíos de la integración de datos biológicos

Los científicos generan información que normalmente procesan y publican en revistas especializadas, lejos del alcance de científicos

en otras áreas de conocimiento y, sobre todo, de las comunidades locales en general. Como trabajo previo a su integración, los proveedores de datos (los científicos) deben realizar un gran esfuerzo de digitalización, recopilación y validación de la información (Soranno 2019). Sistematizar los datos de muestreos o de colectas es habitual, pero adaptar las bases de datos originales a determinados estándares para que queden a disposición pública, representa un esfuerzo adicional que no siempre se incorpora en los proyectos de investigación (Heberling et al. 2021).

El auge de la informática ha brindado nuevas oportunidades para analizar, visualizar e interactuar con los datos en todas las ciencias, y la ecología no es una excepción. Los “datos sobre biodiversidad” son conjuntos ordenados de observaciones directas o indirectas de especies obtenidos mediante el registro ocasional o sistemático de su ocurrencia en determinados momentos y lugares. Estos conjuntos de datos contienen información sobre las distribuciones geográficas de las especies de un determinado grupo taxonómico (por ejemplo, aves, mamíferos) y constituyen herramientas fundamentales tanto para la biología básica como para la conservación.

Un ejemplo de lo anterior a nivel global lo constituye GBIF, una “organización internacional y una red de datos financiada por gobiernos de todo el mundo, destinada a proporcionar a cualquier persona, en cualquier lugar, acceso abierto y gratuito a datos sobre cualquier tipo de forma de vida que hay en la Tierra” (GBIF s.f.) que, mediante una plataforma digital, comparte públicamente datos de biodiversidad recopilados de múltiples fuentes y adaptados al estándar internacional Darwin Core. Iniciativas integradoras como esta se presentan como herramientas indispensables para que los datos recopilados en estudios previos, así como los datos albergados en colecciones de historia natural, sean integrados para formar conjuntos de datos a largo plazo y publicados de forma accesible (Edwards et al. 2000; Guralnick et al. 2007; Gilman et al. 2009; Chavan y Penev 2011; Telenius 2011; Hobern et al. 2019; Aubin et al. 2020). Estos datos son utilizados en un número creciente de estudios y publicaciones científicas en todo el mundo (Heberling et al. 2021), así como para generar informes internacionales como los de IPBES (GBIF 2022) y políticas de conservación como, en Chile, la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030 (MMA y PNUD 2017).

## Desafíos del monitoreo de biodiversidad en áreas remotas

La ecorregión subantártica de Chile, que incluye la región de Magallanes y Antártica Chilena y la región de Aysén (desde la Latitud 43.3° hacia el Sur), posee una biodiversidad extraordinaria, representando uno de los lugares más prístinos del planeta, singular por su proximidad al continente antártico. Al mismo tiempo tiene importantes implicaciones en el estudio del cambio climático, debido a que sufre de incremento de rayos ultravioleta, retroceso de glaciares y fragmentación de ecosistemas por los antiguos colonos y los usos actuales del territorio como el cultivo intensivo de salmónes o el incremento de turismo (Rozzi et al. 2006; Fuenzalba et al. 2010). A pesar de la importancia ecológica y la diversidad singular de la ecorregión subantártica de Chile, los trabajos de muestreo son aún limitados. Los monitoreos ecológicos generalmente se concentran en el hemisferio norte mientras que en el hemisferio sur omiten o están escasamente presentes en las latitudes de 40° a 60°, es decir, las zonas subantárticas (Rozzi et al. 2020).

En áreas remotas como esta, donde los trabajos de muestreo son extraordinariamente costosos y, por tanto, más escasos, el esfuerzo de integración de datos es especialmente relevante para optimizar el trabajo y evitar un desequilibrio en los muestreos que genere una sobrerrepresentación de registros en zonas próximas a poblaciones humanas mientras se desatienden zonas más aisladas (Barbosa et al. 2013; Kühl et al. 2020).

## SIB-Aysén: herramienta de gestión de datos de biodiversidad a escala regional

SIB-Aysén es una plataforma interactiva de participación científica y ciudadana que alberga una base de datos cartográficos y alfanuméricos de la ocurrencia de especies en la región de Aysén. El sistema está disponible en línea (<https://kataix.umag.cl/sib-aysen/>) desde el año 2016 (MMA 2017). La creación de SIB Aysén ha sido financiada por el Gobierno Regional de Aysén mediante los Fondos de Innovación, siguiendo la línea de los compromisos internacionales de conocimiento y conservación de biodiversidad adquiridos ante el Convenio de Diversidad Biológica y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Es una plataforma pionera en el ámbito nacional e internacional por el rigor científico de su base de datos, obtenidas de documentos científicos o registros validados por expertos y sistematizados según el estándar Darwin Core, por la vinculación de la comunidad local con los científicos mediante ciencia participativa y por el hecho de que el SIB-Aysén constituye el primer sistema de información en biodiversidad de Chile. A pesar de que en este país existen numerosas iniciativas de ciencia ciudadana (e.g., Salvemos nuestro abejorro, Atlas de las aves nidificantes de Chile, Científicos de la Basura), apenas existen plataformas de biodiversidad propias, utilizando redes sociales o plataformas mundiales para recopilar registros. No fue hasta el 2021 que se lanzó *iNaturalist* Chile, administrada por el Ministerio de Medio Ambiente (<https://inaturalist.mma.gob.cl/>), mientras que SIB-Aysén comenzó a funcionar en el 2016. Hasta donde los autores tienen conocimiento, cuando se inició este trabajo no existía ninguna plataforma computacional de acceso público que presentara los mismos servicios. Debido a lo anterior, se desarrolló la plataforma SIB-Aysén con servicios similares a GBIF. Así, para el desarrollo de la plataforma fue necesario resolver diferentes desafíos técnicos, económicos y culturales.

Entre los desafíos técnicos y económicos se pueden mencionar los siguientes:

1. El diseño de la base de datos está basado en el estándar Darwin Core cuya documentación permite replicar las tablas, los atributos y los tipos de datos sin asumir características especiales de ningún territorio geográfico. Esto facilita el intercambio de información entre diversas plataformas de acceso público a nivel global.
2. El hardware que soporta a la plataforma en la actualidad es provisto a través de la Universidad de Magallanes, en cumplimiento a su rol como partícipe del proyecto.
3. El software sobre el cual está construida la plataforma es libre de licencia, visto que el uso de la misma no requiere costo por parte del usuario, luego sería impensable mantener el pago de una licencia en el tiempo.
4. Para iniciar el poblamiento de la base de datos se debieron desarrollar códigos de programación propios, los cuales traspasan los datos recopilados por los biólogos desde la literatura hacia las tablas correspondientes. El mismo principio se utilizó luego para cargar datos nuevos desde los usuarios de la plataforma.
5. La interfaz de la plataforma tiene módulos diferenciados a los cuales se tiene acceso según el rol del usuario. Por una parte, están los ciudadanos que desean colaborar ingresando información a la plataforma. Por otra parte, están los especialistas que deben validar la información ingresada por los ciudadanos.

Para el caso de los desafíos socio-culturales se pueden mencionar los siguientes:

1. El desarrollo de la plataforma implica un estrecho trabajo multidisciplinario entre colaboradores de las áreas de Computación y Biología. En este caso no se trata de buscar un lenguaje común, por el contrario, se trata de que cada área amplíe su propio lenguaje para interactuar con los demás.
2. La usabilidad de la plataforma implica un trabajo de socialización muy importante visto que se trata de llegar al ciudadano

común y no necesariamente a un especialista. En este sentido la plataforma debe proveer una interfaz que logre motivar al usuario para volver a usarla. En este sentido es importante el rol del validador cuya rapidez en su actuar permitirá que el usuario vea que su contribución ha sido publicada.

3. La disponibilidad de la información para que sea accesible desde otras plataformas implica el desarrollo de redes de colaboración que se comprometan con la biodiversidad de Aysén y su conservación. Sin un compromiso basado en la confianza no es posible el desarrollo de mecanismos de accesibilidad en este nivel.

## Resultados de la integración de datos sobre biodiversidad regional en SIB-Aysén

Los datos presentes en la plataforma proceden de tres fuentes:

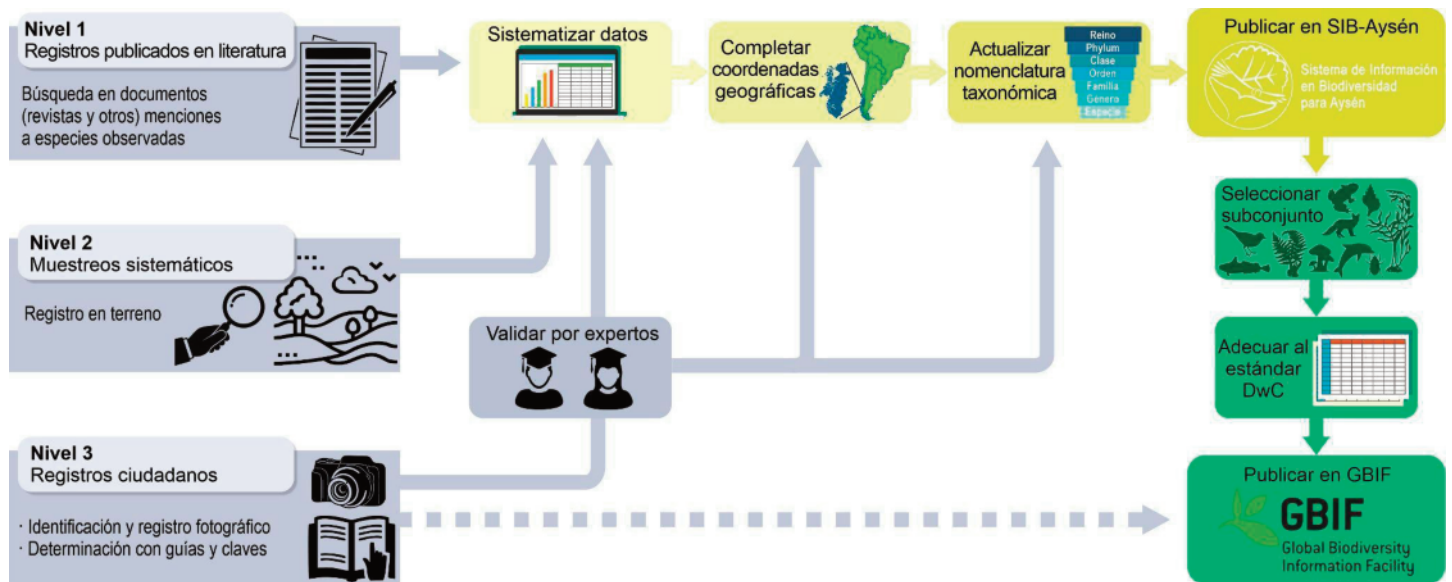
- 1) literatura científica publicada en artículos en revistas especializadas y otros documentos disponibles en internet, 2) información no publicada de científicos especialistas (tesis, planes de manejo de áreas silvestres protegidas, muestreos y otros) y 3) usuarios particulares (Fig. 1). La plataforma fue desarrollada utilizando Django, un *framework* hecho en *Python* que permite la creación de proyectos web de una forma modular y escalable. Para el diseño de la base de datos se utilizó el modelo relacional, que fue inspirado en el Darwin Core. Como motor de base de datos se utilizó *MariaDB* y para el desarrollo de la interfaz se utilizó el *framework Bootstrap*, junto a *jQuery* para añadir elementos dinámicos, y la librería de mapas *Leaflet* para visualizar elementos geolocalizados.

Actualmente, los datos de biodiversidad de SIB-Aysén incluyen 10 924 registros de 2938 taxones de plantas, animales, hongos, microalgas y otros microorganismos, procedentes de registros participativos y de un total de 220 documentos bibliográficos, incluyendo 123 artículos publicados en revistas científicas nacionales, 60 internacionales, 14 planes de manejo de áreas protegidas y otros documentos técnicos, 13 libros o capítulos de libros, 10 tesis de pregrado o posgrado; los registros participativos se validaron cuando sólo incluían fotografías y fueron obtenidos de 32 proveedores de datos (usuarios) diferentes (Fig. 2).

La información se organiza en 37 campos equivalentes a los del GBIF e identificados como obligatorios por el Nodo GBIF Chile (Tabla 1). En términos del Darwin Core, la mayor parte de los datos en SIB-Aysén corresponden a eventos (en el campo *type* se codifican como "Event") de observaciones directas (en el campo *basisOfRecord* se codifican como "HumanObservation"). Ocasionalmente son objetos físicos (en *type*, "physicalObject") correspondientes a especímenes preservados en colecciones biológicas o a observaciones indirectas (en *basisOfRecord*, "PreservedSpecimen" o "Sample" respectivamente). Rara vez son fotografías, videos o sonidos (en *basisOfRecord*, "MachineObservation"). Ocho campos de SIB-Aysén no existen en Darwin Core pero se incluyeron porque permiten sistematizar información relevante sobre el registro o el taxón, lo que resulta útil para ampliar conocimiento y dar a conocer iniciativas globales (e.g. Enlaces GBIF o EoL) o actividades de divulgación (e.g. Origen, Comentarios). En este sentido, destaca el campo 'Categoría general' (Fig. 3), una clasificación sin valor taxonómico, pero con utilidad práctica, ya que resulta más familiar que la taxonómica (Órdenes, Clases, Familias) para un público amplio.

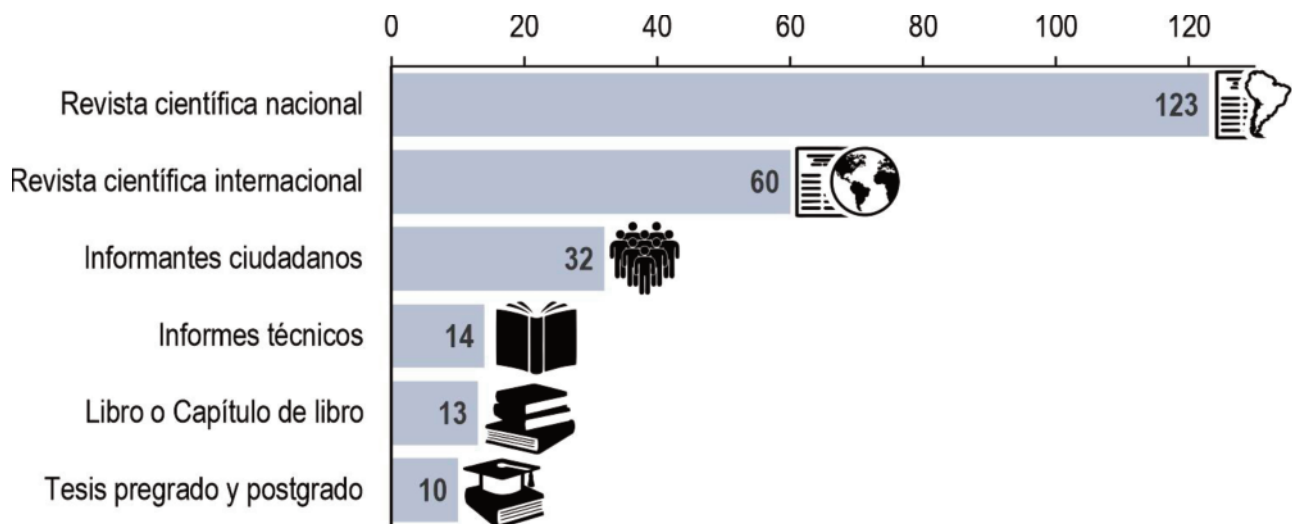
Los registros pueden accederse mediante diferentes tipos de consulta, los cuales hacen referencia a las fichas de cada especie o taxón, que incluye su descripción general y fotografías, geolocalización y referencia bibliográfica; o a su distribución geográfica en diferentes alternativas de mapas. Los grupos mejor representados fueron las plantas vasculares con flores, con 3774 registros de 854 taxones, los invertebrados marinos, con 2002 registros de 335 taxones y los líquenes, con 927 registros de 340 taxones (Fig. 4). Entre los registros participativos validados, los grupos más representados también fueron las plantas vasculares con flores (50 registros), seguidos por las aves (39 registros) y los macrohongos (33 registros).





**Figura 1.** Diagrama de flujo de la metodología para publicación en plataforma SIB-Aysén. A la izquierda (cuadros grises) se representan los tres niveles de usuarios o niveles de organización de los datos de biodiversidad en SIB-Aysén: (1) registros publicados en la literatura; (2) muestreos sistemáticos; (3) complementariamente, registros ciudadanos de informantes locales, considerando que la validación por consulta a expertos se refiere a la información taxonómica o geográfica. Arriba (cuadros amarillos) se indican las etapas progresivas para publicar en SIB-Aysén. A la derecha (cuadros verdes) se indica el proceso posterior de publicar subconjuntos en GBIF. La flecha discontinua representa la publicación opcional directa de registros en GBIF a través de aplicaciones de ciencia ciudadana asociadas a éste, como iNaturalist o eBird.

**Figure 1.** Methodology flowchart for publication on the SIB-Aysen platform. On the left (gray boxes) the three levels of users or levels of organization of biodiversity data in SIB-Aysén are represented: (1) records published in the literature; (2) systematic sampling; (3) complementarily, citizen records from local informants, considering that validation by expert consultation refers to taxonomic or geographic information. Above (yellow boxes) indicate the progressive stages for publication in SIB-Aysén. To the right (green boxes) indicates the subsequent process of publishing subsets in GBIF. The dashed arrow represents the optional direct publication of records in GBIF through citizen science applications associated with it, such as iNaturalist or eBird.



**Figura 2.** Número de fuentes de información en la literatura sistematizada y los registros participativos en la versión actual de SIB-Aysén.

**Figure 2.** Number of sources of information in the systematized literature and participatory records in the current version of SIB-Aysén.

**Tabla 1.** Definiciones de campos de información en la planilla SIB-Aysén y equivalencia con el estándar Darwin Core. Basadas en Wieczorek et al. (2012) y Plata et al. (2020).

**Table 1.** Definitions of the data fields used to construct the dataset under the Darwin Core standard. Based on Wieczorek et al. (2012) and Plata et al. (2020).

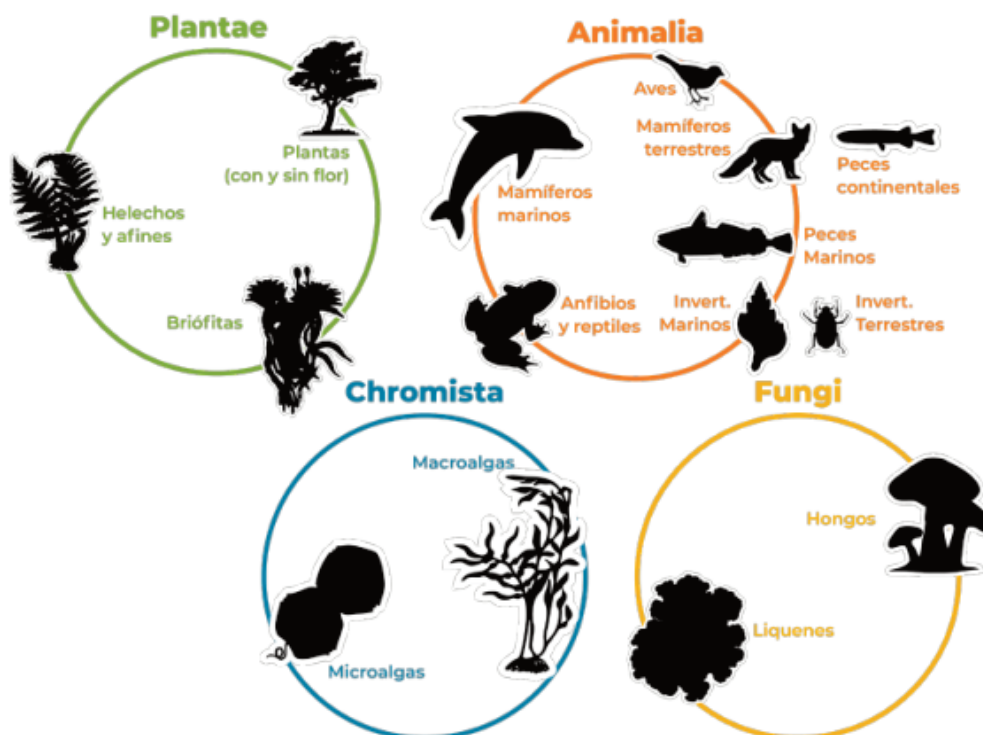
Campo SIB-Aysén	Campo Darwin Core	Descripción del campo*
ID	<i>catalogNumber</i>	Identificador (preferiblemente único) asignado al espécimen, muestra o lote en la colección biológica.
Reino	<i>kingdom</i>	El nombre científico del Reino al que pertenece el taxón.
Filo	<i>phylum</i>	El nombre científico del Filo o División al que pertenece el taxón.
Clase	<i>class</i>	El nombre científico de la Clase al que pertenece el taxón.
Orden	<i>order</i>	El nombre científico del Orden al que pertenece el taxón.
Familia	<i>family</i>	El nombre científico de la Familia al que pertenece el taxón.
Género	<i>genus</i>	El nombre científico del Género al que pertenece el taxón.
Sinónimo utilizado	<i>scientificName</i>	El nombre científico, sin la autoría, correspondiente a la categoría taxonómica del nombre utilizado en la publicación. (En SIB-Aysén sólo se completa cuando es diferente al aceptado que se indica en el campo 'Especie').
Especie	<i>acceptedNameUsage</i>	El nombre completo, con autoría e información de fecha si se conoce, del taxón actualmente válido (zoológico) o aceptado (botánico).
	<i>specificEpithet</i>	El nombre del epíteto específico de Nombre científico (En SIB-Aysén lo agregamos después).
Subespecie	<i>infraspecificEpithet</i>	El nombre con la categoría de taxón más baja o más específica por debajo del epíteto específico, si existe.
	<i>taxonRank</i>	La clasificación taxonómica del nombre más específico en el Nombre científico (Ejemplos: "subespecie", "variedad", "forma", "especie"; en SIB Aysén lo codificamos después).
Autor	<i>scientificNameAuthorship</i>	La información de autoría del Nombre científico formateado de acuerdo a las convenciones del Código Nomenclatural aplicable.
Origen	-	Distribución geográfica del taxón, tres categorías posibles: i) cosmopolita, ii) nativo de la ecorregión subantártica de Suramérica, iii) introducido.
Nombre común	<i>vernacularName</i>	El nombre o nombres comunes del taxón.
Categoría general	-	Sistema de clasificación no taxonómica de los registros para facilitar la validación y la exploración por un público amplio:
		Pla Plantas
		Liq Líquenes
		Ima Invertebrados marinos
		Hon Hongos
		Bri Briófitas
		Omi Organismos microscópicos
		Pma Peces marinos
		Ave Aves
		Hel Helechos
		Alg Algas
		Ida Invertebrados continentales
		Mte Mamíferos terrestres
		Mma Mamíferos marinos
		Ayr Anfibios y reptiles
		Pda Peces dulceacuícolas
Forma de vida	-	Sólo se especifica para plantas y peces marinos. Para plantas, forma de crecimiento (e.g. árbol, arbusto, hierba anual o hierba perenne); para peces marinos, hábitat donde viven (e.g. demersal, pelágico).
Abundancia	<i>individualCount</i>	Número de ejemplares, cobertura o cualquier medida de abundancia de la especie registrada.
Observador	<i>recordedBy</i>	Nombre de la persona, grupo u organización responsable de realizar el registro, observador o recolector.

\* Entre paréntesis se indica cómo se aborda, si hay diferencias entre los formatos

**Tabla 1.** Continuación.**Table 1.** Continuation.

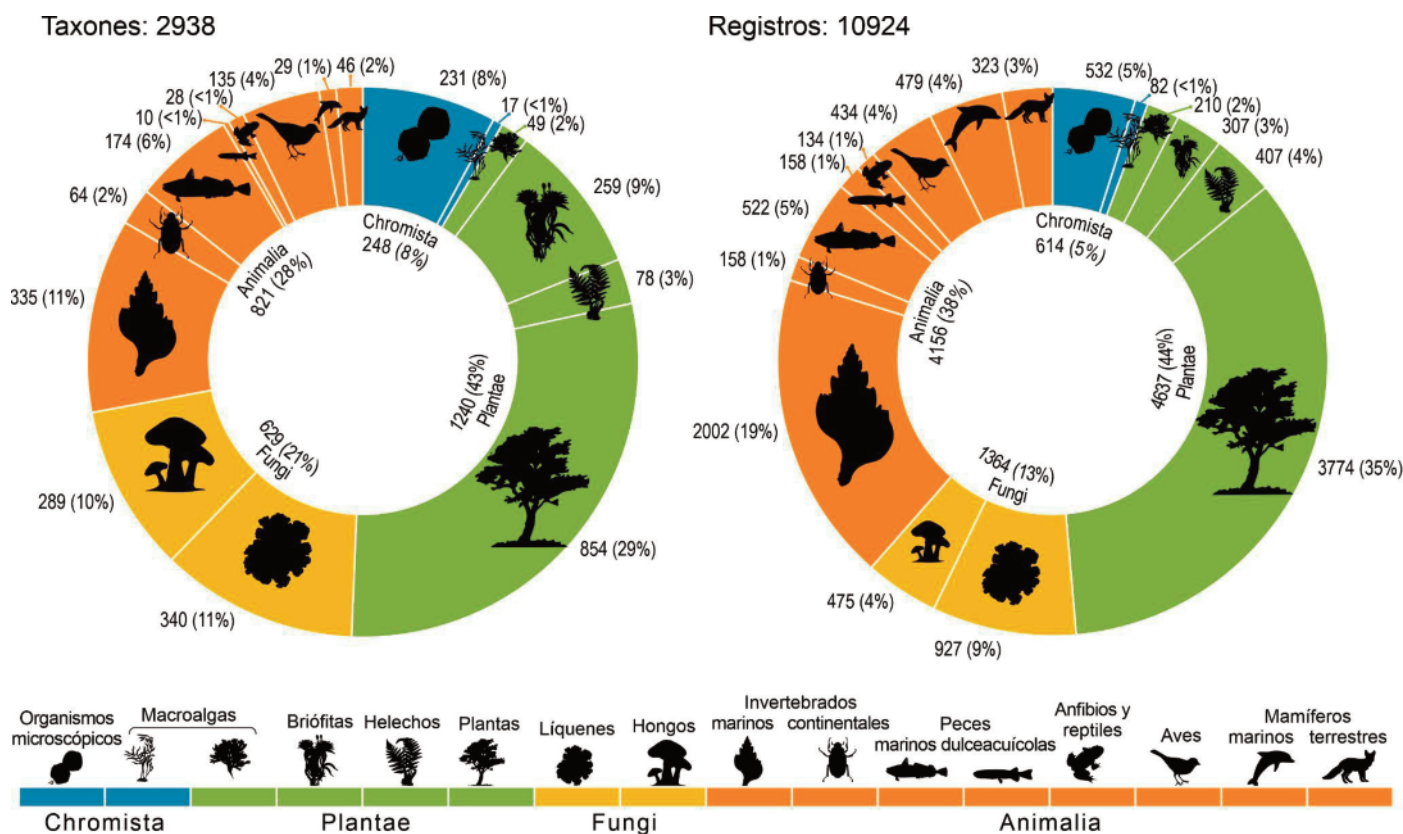
Campo SIB-Aysén	Campo Darwin Core	Descripción del campo*
Fecha	<i>verbatimEventDate</i>	La representación textual original de la información de fecha para el Evento.
	<i>eventDate</i>	La fecha o el intervalo durante el cual se produjo el Evento, según el esquema de codificación del ISO 8601 (AAAA-MM-DD o para un intervalo de fechas: AAAA-MM-DD/AAAA-MM-DD).
Año	<i>year</i>	Los cuatro dígitos del año en que el Evento ocurrió, de acuerdo al Calendario de la Era Común.
Provincia	<i>county</i>	El nombre completo, sin abreviar de la siguiente región administrativa de menor jerarquía que Región de la ubicación.
Comuna	<i>municipality</i>	El nombre completo, sin abreviar de la siguiente región administrativa de menor jerarquía que la Provincia de la ubicación.
Localidad	<i>verbatimLocality</i>	La descripción textual original (como fue tomada) del lugar.
	<i>locality</i>	La descripción específica del lugar o ubicación.
	<i>georeferenceRemarks</i>	Anotaciones o comentarios acerca de la determinación de la descripción espacial, los supuestos hechos que explican las adiciones formalizadas en el método referido en Protocolo de geolocalizados. Ejemplo: Localidad aproximada, Varias provincias.
Lat (°S) Lat ('S) Lat ("S)	<i>verbatimLatitude</i>	La latitud textual de la ubicación.
Long (°O) Long ('O) Long ("O)	<i>verbatimLongitude</i>	La longitud textual de la ubicación.
	<i>verbatimCoordinates</i>	Las coordenadas espaciales textuales de la ubicación en su formato original.
Altitud	<i>verbatimElevation</i>	Elevación de la localidad en metros sobre el nivel del mar.
Tipo de sustrato	<i>habitat</i>	Litología o características geológicas o geomorfológicas del área en la que se localizó el registro.
Referencia	<i>associatedReferences</i>	Una lista de los identificadores (publicación, referencia bibliográfica, identificador único global, URI) de la literatura asociada con el Registro.
Tipo de registro	-	Clasificación de la Referencia según el tipo de documento: Revista científica nacional o internacional, Informe técnico, Libro o Capítulo de libro o Tesis pregrado o postgrado.
Otras referencias	-	Referencias mencionadas en la publicación acerca de la especie del registro.
Enlace GBIF	-	URL permanente a la ficha de la especie en GBIF.
Enlace EoL	-	URL permanente a la ficha de la especie en Encyclopedia of Life.
Enlace otros	<i>associatedMedia</i>	URL permanente de alguna página de referencia con información adicional con información científica validada (e.g. algaebase, mycobank).
Comentarios	-	Detalles sobre la descripción, hábitat y ecología, distribución geográfica, entre otra información mencionada en la publicación acerca del registro o la especie en general.

\* Entre paréntesis se indica cómo se aborda, si hay diferencias entre los formatos



**Figura 3.** Categorías generales de organismos consideradas en SIB-Aysén. Los animales se agruparon en mamíferos terrestres (Mte) y marinos (Mma), aves (Ave), anfibios y reptiles (AyR), invertebrados marinos (Ima) y dulceacuícolas (Ida), peces marinos (Pma) y continentales (Pda). El reino vegetal se clasificó en plantas vasculares con flores (Pla) y helechos (Hel) y no vasculares o briófitas (Bri); las algas, pertenecientes a los Reinos Plantae y Chromista, se clasificaron en otro grupo (Alg) a parte de la microalgas que se consideran microorganismos junto con los protistas (Omi). En el Reino Fungi se encuentran macrohongos (Hon) y líquenes (Liq).

**Figure 3.** General categories of organisms considered in SIB-Aysén. Animals were grouped into terrestrial (Mte) and marine mammals (Mma), birds (Ave), amphibians and reptiles (AyR), marine invertebrates (Ima) and freshwater invertebrates (Ida), marine fish (Pma) and inland fish (Pda). The plant kingdom was classified into vascular flowering plants (Pla) and ferns (Hel) and non-vascular or bryophytes (Bri); algae, belonging to the Kingdoms Plantae and Chromista, were classified in another group (Alg) apart from microalgae which are considered microorganisms together with protists (Omi). The Kingdom Fungi includes macrofungi (Hon) and lichens (Liq).



**Figura 4.** Representatividad de los taxones y registros de biodiversidad agrupados por categoría taxonómica (reinos, en colores) y por categoría general (siluetas). Se indican los valores y porcentajes para cada ítem.

**Figure 4.** Representativeness of taxa and biodiversity records grouped by taxonomic category (Kingdoms, in colors) and by general category (shapes). Values and percentages are indicated for each item.



## Fortalezas y limitaciones de SIB-Aysén como plataforma regional

Las principales fuentes de información que alberga el SIB-Aysén son la literatura científica y los registros realizados por usuarios particulares, cuya participación se ha promovido mediante talleres de ciencia ciudadana y biodiversidad en diversas localidades de la región. Se trata por tanto de una plataforma interactiva que promueve la participación ciudadana al permitir al usuario ingresar sus registros geolocalizados y acompañados de una fotografía, que se incorporan a los datos que aportan los científicos, siguiendo un protocolo de validación por expertos. En este proceso participativo que involucra a los científicos y la comunidad local se genera conocimiento mediante la co-creación de la base de datos de registros, lo que mejora la representación de la biodiversidad conocida y el conocimiento y valoración del patrimonio natural, local y regional. En opinión de los autores, los principales puntos fuertes del SIB-Aysén y de su base de datos de referencia, en comparación con otras iniciativas similares, son los siguientes:

1. Mismo estándar que GBIF. Una estructura de datos compatible con el estándar Darwin Core de GBIF facilita la interacción con otras plataformas y fuentes de datos.
2. Amplio alcance taxonómico. La mayoría de las bases de datos tienen un alcance taxonómico limitado, o están enfocadas a grupos taxonómicos concretos (aves, plantas vasculares, mamíferos). Aunque el SIB-Aysén incluye un mayor número de registros de ciertos grupos habitualmente sobrerrepresentados en los estudios taxonómicos (por ejemplo, vertebrados o plantas vasculares), también incluye grupos generalmente menos conocidos (y estudiados) como los líquenes o los poliquetos.
3. Rigor científico con el que se ha construido la base de datos de biodiversidad. Los registros presentes en SIB-Aysén han pasado por tres niveles de evaluación. En el primer nivel, se asume que la calidad de los registros provenientes de literatura está garantizada en el proceso editorial de evaluación por pares; en el segundo y tercer nivel, son registros que provienen desde el ingreso de usuarios de la plataforma, que ingresan sus registros y se validan mediante un protocolo sencillo: la información se presenta a especialistas afines al proyecto en "talleres de validación" y se construye un reporte; como resultado se valida en la plataforma por los investigadores que poseen el perfil de "Validador"; el conjunto de especialistas varía en el tiempo, tanto en cantidad como en grupos taxonómicos, según los requerimientos de datos y su disposición a colaborar.
4. Formato de tablas y gráficos (mapas), fotografías, accesible para el público general. El contacto directo con los usuarios locales permite generar módulos (informáticos) más adaptados a sus necesidades. Estas son posiblemente las principales debilidades de GBIF en general, las cuales pueden ser superadas por sistemas integrados de biodiversidad a escala regional (Guralnick et al. 2007) como SIB-Aysén.
5. Origen del conocimiento. Además de la diversidad de especies conocida en la región, con su correspondiente información taxonómica y geográfica, la plataforma permite acceder a información no sólo sobre las especies presentes en los registros, con su correspondiente información taxonómica y geográfica, sino también a información sobre las publicaciones científicas (libros y artículos) o fichas de colecciones en las que aparecen dichos registros, los proyectos de investigación, personas y organizaciones que los originaron. También aporta información sobre las personas e instituciones que han colaborado ingresando registros en la plataforma.
6. Información adicional. SIB-Aysén ofrece hipervínculos a portales globales de biodiversidad como GBIF o EoL, así como a páginas web de referencia para determinados grupos taxonómicos a escala estatal (e.g. Aves de Chile) e internacional (e.g. MycoBank, Algaebase).
7. Vinculación de la comunidad con científicos con experiencia en biodiversidad regional. Cualquier usuario puede ingresar regis-

tros en la base de datos en forma de observaciones de especies para una localidad y una fecha concreta. Dichas observaciones se dirigen a especialistas en cada uno de los grupos taxonómicos. Siempre se pide que se incluya al menos una fotografía para facilitar la validación y asegurar la calidad de la información.

Además de las fortalezas anteriormente mencionadas, también se han identificado algunas limitaciones presentes en la plataforma:

1. El número de registros de los diferentes taxones no coincide con la diversidad real, dado que algunos grupos como las plantas vasculares están mucho más estudiados, y, por tanto, están sobrerrepresentados. A pesar de los esfuerzos por sistematizar el más amplio rango taxonómico, la calidad de los datos no es uniforme para cada uno de los grupos taxonómicos y debe ser examinada cuidadosamente antes de utilizarse para construir modelos ecológicos (Hortal et al. 2007).
2. Algunos registros no cuentan con una ubicación geográfica precisa, lo que genera ambigüedad en la geolocalización de los registros. En los registros provenientes de bibliografía, pueden darse cuatro situaciones, las cuales se resolvieron de las siguientes maneras, según el caso: i) se indican claramente las coordenadas precisas en la publicación, pudiendo definirlas para el registro con precisión; ii) no se indican claramente las coordenadas pero sí un mapa, en cuyo caso se obtienen utilizando Google Earth y en el campo "localidad" se antepone la palabra "ambigua"; iii) se indica un rango de coordenadas o solamente nombre de la localidad, entonces éste se indica en el campo Lat(S°) y se coloca la palabra "ambigua" precediendo a la localidad; o bien iv) no se menciona la localidad ni las coordenadas, en cuyo caso se escribe "ambigua" en la localidad. Esta precisión se especifica en Darwin Core en el campo *geo-referenceRemarks* como Localización precisa (caso i), Localidad aproximada (casos ii y iii) o Ubicación ausente (caso iv) y en todos los casos queda registrada en *verbatimLocality*.
3. Debido a la naturaleza voluntaria, tanto para el ingreso de datos como para la validación por parte de personas especializadas, muchas veces existe demora en los procesos de validación de datos ingresados por usuarios no-expertos. Por otro lado, la validación para ingreso de datos masivos requiere pasos adicionales que pueden retrasar la actualización.
4. La calidad de las imágenes difiere entre usuarios y queda a criterio del validador aceptarla o no.
5. Uso vinculante: obligatoriedad de declarar diversidad conocida en nuevas iniciativas de seguimiento, mediante consultorías ambientales (por ejemplo, en Chile, el organismo encargado sería el servicio de Evaluación de Impacto Ambiental, SEIA), y también proyectos de investigación a través de fondos concursables (en Chile, Agencia ANID e inversiones en innovación y desarrollo de los Gobiernos Regionales).
6. Aplicación desde teléfonos móviles: la vinculación de posicionamiento geográfico y fotográfico generan el encanto de la inmediatez en el ingreso de registros desde un teléfono móvil, lo que sin duda ha favorecido a usuarios de las plataformas como *iNaturalist* o *eBird*. Por lo contrario, la ausencia de un envío "inmediato" desde la misma salida al campo podría desalentar a los usuarios de ingresar nuevos registros a SIB-Aysén.

Estas debilidades son, no obstante, oportunidades de mejora para desarrollar en un futuro. Más allá de los desafíos técnicos, el trabajo realizado constituye un avance en la instalación de capacidades para generar y utilizar bases de datos sobre biodiversidad a escala regional en Chile. Se espera que la plataforma sirva de "línea base" de referencia para posteriores estudios biológicos o de impacto ambiental en la región a la vez que sea didáctica y accesible para el público general. Gracias a la información que contiene, puede utilizarse para la gestión y toma de decisiones, la optimización de recursos en monitoreos biológicos, la identificación de especies observadas y la consulta de información sobre biodiversidad.



## Fomentando la ciencia participativa en el sur de Chile con SIB-Aysén

SIB-Aysén se ha utilizado en iniciativas complementarias enfocadas a potenciar la ciencia participativa en el sur de Chile, como por ejemplo el Laboratorio Abierto de Ciencias Subantárticas, una iniciativa multidisciplinaria de la Universidad de Magallanes a través del Centro Universitario Coyhaique, para la fomentar la vinculación de los científicos de dicha institución y la comunidad local. El objetivo de la iniciativa fue convertir los laboratorios en espacios abiertos para intercambiar conocimientos, hacer divulgación y generar ideas para solucionar los problemas ambientales locales. La iniciativa emerge de la noción de laboratorio abierto, que cuestiona la premisa de que los laboratorios de ciencias estén restringidos a investigadores y estudiantes de nivel universitario, y sean el lugar desde el que se genera el conocimiento científico más válido. Fue financiado por el Gobierno Regional de Aysén mediante los Fondos de Innovación y Creación y desarrollado entre 2018 y 2021. El proceso y los contenidos del programa de actividades realizado con las comunidades se describen con detalle en la Guía Educativa “Experiencias bioculturales en los ecosistemas de Aysén” (Sánchez-Jardón et al. 2021a) creada en el marco teórico de la ética biocultural (Rozzi 1999). El programa, que se puede adaptar a uno, dos o cuatro días según la disponibilidad de los participantes, consta de diferentes actividades al aire libre y en sala que incluyen identificación de especies en terreno de hongos, líquenes, briófitas, aves, mamíferos entre otras especies (Fig. 5), consulta de ficha de especies en SIB-Aysén y registro sistemático de la biodiversidad, finalizando con una creación artística a modo de reflexión final. En total se realizaron 8 campañas de terreno con la comunidad local en siete localidades de la región (La Junta, Villa O’Higgins, Puerto Río Tranquilo, Puerto Gala, Puerto Cisnes, Puerto Raúl Marín Balmaceda, Chile Chico y Cochrane), además de múltiples actividades en la capital regional, Coyhaique, que involucraron directamente a 221 personas locales y 32 especialistas en la biodiversidad regional, tanto nacionales como internacionales. Como resultado se obtuvieron más de registros de biodiversidad local realizados de forma participativa que se integraron en la plataforma SIB-Aysén; mues-

tras biológicas de hongos, plantas e insectos que se entregaron al Museo Regional de Aysén y abundante material de divulgación científica en forma de pósters, publicaciones, monográficos, presentaciones y material audiovisual sobre biodiversidad regional. Toda la información está disponible en Internet a través de la página <https://biodiversidadaysen.cl>.

Complementariamente el SIB-Aysén se utilizó en la iniciativa de innovación social Hongusto, que busca desarrollar el conocimiento en hongos comestibles silvestres y cultivados en la región de Aysén (Sánchez-Jardón et al. 2017). Como resultado de la sistematización de datos publicados en la literatura científica sobre los macrohongos y líquenes en la región de Aysén, se identificó la diversidad potencial del Reino Fungi de 251 taxa de macrohongos y 367 de líquenes (Sánchez-Jardón et al. 2021b). Durante 2016 y 2017, se realizaron actividades de identificación de macrohongos en terreno e ingreso de registros a la plataforma SIB-Aysén con las comunidades locales de toda la región.

## Conclusiones

Proporcionar información completa sobre la biodiversidad conocida es un objetivo clave en investigación y en conservación. Dicho objetivo puede lograrse desarrollando herramientas que faciliten una aproximación entre la academia y la comunidad. Dicha aproximación, que resulta muy difícil de llevar a cabo a escala global o incluso estatal, puede favorecerse a escala local mediante el desarrollo de plataformas que administren una cantidad limitada de información en biodiversidad que pueda ser procesada para poner el conocimiento científico existente a disposición del público general. Con aplicaciones informáticas interactivas se puede permitir a este último aportar también su conocimiento. Por otra parte, SIB-Aysén demuestra que la colaboración entre personas de áreas tan distintas como ecología, biología y ciencias de la computación es posible. En este sentido, la plataforma y su base de datos de referencia facilitará la selección de puntos calientes de biodiversidad en la región de Aysén, así como la identificación de unidades territoriales que maximicen el número y la diversidad de especies protegidas.



**Figura 5.** Fotografías de las actividades realizadas por el Laboratorio Abierto de Ciencias Subantárticas en las que se consultaron fichas de especies en la plataforma SIB-Aysén y se ingresaron registros participativos. A la izquierda, exploración comunitaria en Puerto Río Tranquilo en enero de 2020; posteriormente en sala se consultaron fichas de especies de plantas vasculares (Pla), briófitas (Bri) y líquenes (Liq). A la derecha, confección de un algario en Raúl Marín Balmaceda en febrero de 2020; posteriormente en sala se consultaron fichas de macroalgas (Alg).

**Figure 5.** Photographs of the activities carried out by the Open Laboratory of Subantarctic Sciences in which species cards were consulted in the SIB-Aysén platform and participatory records were entered. On the left, community exploration in Puerto Río Tranquilo in January 2020; later in the room, species cards of vascular plants (Pla), bryophytes (Bri) and lichens (Liq) were consulted. On the right, making an algae tank in Raúl Marín Balmaceda in February 2020; later in the room, macroalgae species cards (Alg) were consulted.

La plataforma ha sido utilizada en actividades de ciencia comunitaria y educación ambiental, a través de los registros participativos y las actividades asociadas que se han realizado en sus seis años de trayectoria. Al ser una plataforma de alcance regional, el SIB-Aysén puede prestar mejores servicios, más adaptados a los usuarios locales y a sus necesidades porque es más fácil establecer un contacto directo con las partes interesadas. En este sentido, se destaca el efecto que ha tenido en la comunidad de Aysén mediante su uso en actividades de educación al aire libre con fines científicos, gastronómicos o filosóficos para fomentar la observación y la apreciación de la biodiversidad local. En conclusión, se trata de una herramienta de utilidad para programas de gestión y conservación del territorio, construida sobre el conocimiento co-creado entre investigadores y las comunidades locales, y con capacidad de ser replicada en otras zonas del mundo.

Actualmente, se busca la integración de la gestión de información de colecciones biológicas con las funciones de los sistemas de información en biodiversidad. Un marco metodológico que considere los dos tipos de datos podría ser incorporado al diseño de centros de datos con información de las colectas. La colaboración también se ha ampliado al campo de la bioinformática (en particular con el grupo de trabajo de la Universidad de Magallanes, Centro Austral de Tecnología Genómica) y se espera que fruto de este enlace sea posible la secuenciación y construcción de genomas de algunas especies endémicas de la región. En este sentido, será posible en un futuro el incluir campos que permitan almacenar o enlazar a las secuencias o genomas de referencia de algunas especies relevantes.

## Contribución de los autores

Laura Sánchez-Jardón: Conceptualización, Curaduría de datos, Metodología, Redacción, Visualización, Administración del proyecto. Diego Álvarez-Saravia, Julio Águila: Diseño y Desarrollo de Software. Cristian Aldea: Curaduría de datos, Investigación, Visualización. Víctor Raimilla, Eduardo Velázquez: Metodología, Investigación, Redacción, Curaduría de datos. Susana Millán: Investigación, Redacción, Curaduría de datos. Roberto Uribe-Paredes: Conceptualización, Diseño, Metodología, Administración del proyecto.

## Agradecimientos

El SIB-Aysén se desarrolló con financiamiento del Gobierno Regional de Aysén mediante el Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) al proyecto “Sistema de Información sobre Biodiversidad para Aysén (BIP 30346481-0)”. El trabajo se continuó con los proyectos “Hongusto: innovación social en torno a los hongos comestibles silvestres y cultivados de la región de Aysén (CORFO 15IS-46635)” y con “Prototipo de Laboratorio Abierto de Ciencias Subantárticas (BIP 40000521-0)”. Actualmente se continúa con apoyo de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo al proyecto CHIC “Centro Internacional Cabo de Hornos (ANID/BASAL FB210018)”. Gracias a los numerosos colaboradores, estudiantes e investigadores que durante estos años han contribuido en la inmensa tarea de sistematizar los datos desde la literatura publicada.

## Referencias

- Aubin I., Cardou, F., Boisvert-Marsh, L., Garnier, E., Strukelj, M., Munson, A.D. 2020. Managing data locally to answer questions globally: The role of collaborative science in ecology. *Journal of Vegetation Science* 31: 509-517.
- Barbosa, A.M., Pautasso, M., Figueiredo, D. 2013. Species–people correlations and the need to account for survey effort in biodiversity analyses. *Diversity and Distributions* 19(9): 1188-1197.
- Blowes S.A., Supp, S.R., Antão, L.H., Bates, A., Bruelheide, H., Chase, J.M., Moyes, F., et al. 2019. The geography of biodiversity change in marine and terrestrial assemblages. *Science* 366: 339-345.
- Borges, P.A.V., Gabriel, R., Arroz, A.R., Costa, A., et al. 2010. The Azorean Biodiversity Portal: An internet database for regional biodiversity outreach. *Systematics and Biodiversity* 8(4): 423-434, DOI: 10.1080/14772000.2010.514306
- Callaghan, C.T., Poore, A.G.B., Mesaglio, T., Moles, A.T., Nakagawa, S., Roberts, C., et al. 2020. Three Frontiers for the Future of Biodiversity Research Using Citizen Science Data. *BioScience* 71(1): 55-63.
- Chandler, M., See, L., Copas, K., Bonde, A.M.Z., Claramunt López, B., Danielsen, F., et al. 2017. Contribution of citizen science towards International biodiversity monitoring. *Biological Conservation* 213(Part B): 280-294.
- Chavan, V., Penev, L. 2011. The data paper: a mechanism to incentivize data publishing in biodiversity science. *BMC Bioinformatics* 12: S2.
- Costello, M.J., Michener, W.K., Gahegan, M., Zhang, Z.Q., Bourne, P.E. 2013. Biodiversity data should be published, cited, and peer reviewed. *Trends in Ecology and Evolution* 28(8): 454-61.
- Edwards, J.L., Lane, M.A., Nielsen, E.S. 2000. Interoperability of biodiversity databases: biodiversity information on every desktop. *Science* 289: 2312-2314.
- Fuentealba, C., Figueroa, R., Morrone, J. 2010. Endemism analysis of Chilean freshwater mollusks. *Revista Chilena de Historia Natural* 83: 289-298.
- GBIF (The Global Biodiversity Information Facility) 2022. What is GBIF? [Accedido el 10 abril 2022]. Disponible en: <https://www.gbif.org/what-is-gbif>
- Gilman, E., King, N.Peterson, T., Chavan, V., Hahn, A. 2009. Building the Biodiversity Data Commons – The Global Biodiversity Information Facility. En: Maurer, L. (ed.), *ICT for Agriculture and Biodiversity Conservation*, pp. 79-102. ICT Ensure, Graz University of Technology, Graz, Austria.
- Guralnick, R.P., Hill, A.W., Lane, M. 2007. Towards a collaborative, global infrastructure for biodiversity assessment. *Ecology Letters* 10: 663-672.
- Heberling, J. M., Miller, J. T., Noesgaard, D., Weingart, S.B., Schigel, D. 2021. Data integration enables global biodiversity synthesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118 (6) e2018093118
- Hobern, D., Baptiste, B., Copas, K., Guralnick, R., Hahn, A., van Huis, E., et al. 2019. Connecting data and expertise: a new alliance for biodiversity knowledge. *Biodiversity Data Journal* 7: e33679.
- Hortal, J., Lobo, J. M., Jiménez Valverde, A. 2007. Limitations of biodiversity databases: case study on seed-plant diversity in Tenerife (Canary Islands). *Conservation Biology* 21: 853-863.
- Kühl, H.S., Bowler, D.E., Bösch, L., Bruelheide, H., Dauber, J., Eichenberg, D., et al. 2020. Effective biodiversity monitoring needs a culture of integration. *One Earth* 3(4): 462-474.
- Kullenberg, C., Kasperowski, D. 2016. What is citizen science? - A scientometric meta-analysis. *PLoS ONE*, 11(1): e0147152.
- Ladouceur, E., Shackelford, N., Bouazza, K., Brudvig, L., Bucharova, A., Conradi, T., et al. 2022. Knowledge sharing for shared success in the decade on ecosystem restoration. *Ecological Solutions and Evidence* 3: e12117.
- Lauterio Martínez, C.L., Huber-Sannwald, E., Hernández Valdéz, S.D., Leyva Aguilera, J.C., Lucatello, S., Martínez Tagüña, N., et al. 2021. Métodos colectivos para tejer el camino desde la desertificación al desarrollo sostenible: los Observatorios Participativos Socio-Ecológicos. *Ecosistemas* 30(3): 2232. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2232>
- Likens, G., Lindenmayer, D. 2018. *Effective ecological monitoring*. CSIRO publishing.
- Lindenmayer, D.B., Likens, G.E., Andersen, A., Bowman, D., Bull, C.M., Burns, E., et al. 2012. Value of long-term ecological studies. *Austral Ecology* 37: 745-757.
- Magurran, A.E., Baillie, S.R., Buckland, S.T., Dick, J.M., Elston, D.A., Scott, E.M., et al. 2010. Long-term datasets in biodiversity research and monitoring: assessing change in ecological communities through time. *Trends in Ecology and Evolution* 25(10): 574-82.
- Medrano, F., Barros, R., Norambuena, H.V., Matus, R., Schmitt, F. 2018. *Atlas de las aves nidificantes de Chile*. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Santiago, Chile.
- Mihoub, J.B., Henle, K., Titeux, N., Brotons, L., Brummitt, N.A., Schmeller, D.S. 2017. Setting temporal baselines for biodiversity: the limits of available monitoring data for capturing the full impact of anthropogenic pressures. *Scientific reports* 7(1): 1-13.
- MMA 2017. *Lanzan en Aysén el primer Sistema de Información en Biodiversidad del país*. Ministerio de Medio Ambiente de Chile. [Accedido el 20 abril 2022]. Disponible en: <https://mma.gob.cl/lanzan-en-aysen-el-primer-sistema-de-informacion-en-biodiversidad-del-pais/>



- MMA-PNUD 2017. *Estrategia Nacional de Biodiversidad 2017-2030*. Ministerio del Medio Ambiente de Chile (MMA) y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Disponible en: [https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/Estrategia\\_Nac\\_Biodiv\\_2017\\_30.pdf](https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/Estrategia_Nac_Biodiv_2017_30.pdf)
- Pérez-Luque, A.J., Ros-Candeira, A. 2019. Compartiendo datos en Ecología: cómo añadir más valor a los datos. *Ecosistemas* 29(3):150-159. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1838>
- Plata, C., Buitrago, L., Ortiz, R., Díaz, J., Escobar, D. 2020. *Plantilla para la publicación de registros biológicos*. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Versión 3.5, Bogotá D.C., Colombia.
- Proença, V., Martin, L.J., Pereira, H. M., Fernandez, M., McRae, L., Belnap, J., Böhmig, M., et al. 2017. Global biodiversity monitoring: from data sources to essential biodiversity variables. *Biological Conservation*, 213: 256-263.
- Puerta-Piñero, C., Pérez-Luque, A.J., Rodríguez-Echeverría, S. 2020. Ecosistemas apuesta por la publicación de artículos de datos (Data Papers). *Ecosistemas* 29(3):2118. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2118>
- Rozzi, R. 1999. The reciprocal links between evolutionary-ecological sciences and environmental ethics. *BioScience* 49(11): 911-921.
- Rozzi, R., Massardo, F., Anderson, C., Heidinger, K., Silander, J. 2006. Ten Principles for Biocultural Conservation at the Southern Tip of the Americas: the Approach of the Omora Ethnobotanical Park. *Ecology and Society* 11(1): 43
- Rozzi, R., Crego, R.D., Contador, T., Schüttler, E., Rosenfeld, S., Mackenzie, R., et al. 2020. Un centinela para el monitoreo del cambio climático y su impacto sobre la biodiversidad en la cumbre austral de América: la nueva red de estudios a largo Plazo Cabo de Hornos. *Anales del Instituto de la Patagonia (Chile)* 48(3): 45-81.
- Sánchez-Jardón L., Soto D., Torres M., Moldenhauer L., Solís Ehijos M., Ojeda J., Rosas B., et al. 2017. *Hongusto, innovación social en torno a los hongos comestibles silvestres y cultivados en Aysén*. Ediciones Universidad de Magallanes, Coyhaique, Chile. 96 p.
- Sánchez-Jardón L., Soza, F., Moldenhauer, L., Mackenzie, R., Millán, S., Troncoso, M., Barrientos, A., Adio, E. 2021a. *Experiencias bioculturales en los ecosistemas de Aysén*. Ediciones Universidad de Magallanes, Coyhaique, Chile. 129 p.
- Sánchez-Jardón L., Uribe-Paredes R., Águila J., Álvarez D., Aldea C., Velázquez Martín E., Raimilla Almonacid V., et al. 2021b. Diversidad potencial del Reino Fungi (macrohongos y líquenes) en el Sistema de Información en Biodiversidad para Aysén (SIB-Aysén), Chile. Universidad de Magallanes. Occurrence dataset <https://doi.org/10.15468/fuwe8e>
- Soranno, P.A. 2019. Six simple steps to share your data when publishing research articles. *Limnology and Oceanography Bulletin* 28(2), 41-44.
- Telenius, A. 2011. Biodiversity information goes public: GBIF at your service. *Nordic Journal of Botany* 29: 378-381.
- Waller, J. 2019. Will citizen science take over? - GBIF Data Blog. [Accedido el 30 de enero de 2019]. Disponible en: <https://data-blog.gbif.org/post/gbif-citizen-science-data/>
- Wieczorek, J., Bloom, D., Guralnick, R., Blum, S., Döring, M., Giovanni, R., Robertson, T., Vieglaiss, D. 2012. Darwin Core: An Evolving Community-Developed Biodiversity Data Standard. *PLoS ONE* 7(1): e29715. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029715>
- Willis, K.J., Gillson, L., Brncic, T.M., Figueroa-Rangel, B.L. 2005. Providing baselines for biodiversity measurement. *Trends in Ecology and Evolution* 20(3):107-108