

# Las colecciones biológicas de Chile deben potenciarse

GUILLERMO D'ELÍA

<https://orcid.org/0000-0001-7173-2709>

## OPEN ACCESS

**Recibido:**

26/09/2023

**Revisado:**

10/12/2023

**Aceptado:**

13/12/2023

**Publicado en línea:**

31/01/2024

**Coeditor:**

Dr. Ricardo Rozzi  
Universidad de Magallanes,  
University of North Texas

**Editora a cargo:**

MSc. Marcela Valenzuela  
Saavedra  
Centro Internacional Cabo de  
Hornos (CHIC)  
ISSN 0718-686X



## RESUMEN

En esta revisión abogo por la necesidad de mejorar la infraestructura de las colecciones biológicas de Chile y por el crecimiento continuo de su acervo. Para fundamentar este pedido primero doy ejemplo de algunas áreas de investigación en las que no se puede lograr nuevo conocimiento original sin el estudio de los especímenes que conforman los acervos de las colecciones. Luego comento sobre tres aspectos preocupantes de las colecciones biológicas chilenas (*i.e.*, financiamiento deficiente, perpetuidad de las colecciones no garantizada, y bajo crecimiento de sus acervos), sugiriendo algunas vías de acción posibles de recorrer para contribuir a solucionar estos problemas. Sobre el final hago un llamado a toda la comunidad relacionada a las colecciones biológicas en hacer un esfuerzo mancomunado en pos de la mejora y crecimiento de las colecciones.

Palabras claves: biorrepositorios, colecta científica, colecciones de historia natural.

## Chile's biological collections must be enhanced

**Contribución del autor:**

**GD:** desarrollo la totalidad del trabajo.

**Declaración de intereses:**

El autor declara no tener conflictos de intereses.

**Financiamiento:**

FONDECYT 1221115

**ABSTRACT**

In this essay I advocate the need to improve the infrastructure of the Chilean biological collections and secure their continuous growth. To support this request, I first give examples of some areas of research in which new original knowledge cannot be achieved without the study of specimens harbored in collections. Then I comment on three worrying aspects of Chilean biological collections (i.e., deficient financing, non-guaranteed perpetuity, and low growth of their holdings), suggesting some possible courses of action to follow to help solve these problems. Finally, I call on the entire community related to biological collections to make a joint effort towards the improvement and growth of the collections.

Keywords: biorepositories, natural history collections, scientific collecting.

## INTRODUCCIÓN

En época de crisis de la biodiversidad y donde emerge un necesario nuevo relacionamiento con la naturaleza, las colecciones biológicas juegan un rol central en la generación de conocimiento que nos permite entender el mundo natural, además de contribuir a preservar parte del patrimonio natural (Crisci & Katinas, 2017; Suárez & Tsutsui, 2004). Si bien estos valores parecen ser reconocidos por buena parte de la academia y de los organismos estatales relacionados a la biodiversidad y al patrimonio cultural de las naciones, las colecciones biológicas enfrentan a nivel global problemas de personal y crecimiento (Rohwer *et al.*, 2022). Estos problemas son de mayor impacto en aquellos países donde, independientemente de la antigüedad de las colecciones, nunca se alcanzó una cultura consolidada de colecciones, por lo que éstas no han alcanzado tamaños importantes, no tienen una buena representación de la diversidad del país en términos de riqueza taxonómica ni cobertura geográfica, ni sus acervos incluyen el tipo de muestras necesarios (*e.g.*, tejidos congelados) para realizar distintos tipos de análisis, ni están creciendo de forma de posibilitar los estudios del futuro. Ante esta preocupación es que me interesa hacer un llamado a revertir esta situación a nivel local. De esta forma, en esta revisión va dirigido a los miembros de la comunidad científica, incluyendo estudiantes e investigadores, así como a las autoridades de instituciones con misión de investigación (museos, universidades, centros de investigación, etc.) y reparticiones estatales (*e.g.*, MCTCI: Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, MMA: Ministerio del Medio Ambiente, ANID: Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, SAG: Servicio Agrícola y Ganadero) que de forma directa o indirecta inciden sobre la mantención y crecimiento de las colecciones biológicas de Chile. Mi intención es esbozar algunos argumentos que ayuden a comprender el papel insustituible de las colecciones en la generación de conocimiento original en distintas disciplinas biológicas y no biológicas; de esta forma, no comento, y solo menciono en esta parte del texto, que las colecciones biológicas también se usan en tareas docentes, de vinculación con la sociedad y de generación de conocimiento en áreas no científicas, como pueden ser las artes.

La presente revisión está estructurado en secciones. La primera brinda contexto sobre especímenes y colecciones, mientras que las dos siguientes tratan sobre el uso de las colecciones en la generación de conocimiento en distintas disciplinas biológicas y no biológicas. Seguidamente comento sobre tres aspectos que en particular me preocupan sobre el estado de las colecciones biológicas de Chile; para cada uno de los problemas identificados brindo algunas posibles líneas de acción. La presente revisión se cierra con una sección de perspectivas.

### Sobre los especímenes y colecciones

En esta revisión me referiré a las colecciones de especímenes biológicos (un set de las colecciones de historia natural que incluyen colecciones de especímenes no biológicos; *e.g.*, rocas). Además, me limitaré a colecciones de material no vivo, dejando de lado las colecciones que preservan material vivo, como los ceparios de hongos (*e.g.*, Montalva *et al.* 2023), los bancos de germoplasma (*e.g.*, Niculcar *et al.* 2015), los biorrepositorios de bacterias (*e.g.*, García *et al.* 2022) o los biobancos de muestras humanas (*e.g.*, Ríos *et al.* 2019). De igual forma, usaré el término espécimen para referirme a una muestra del mundo natural, en este caso biológico, que corresponde a una entrada en un catálogo de una colección biológica. Un espécimen puede ser un individuo completo o parte de uno (*e.g.*, un cráneo y una piel). Una biopsia o una muestra de sangre de un individuo que luego es liberado se puede considerar conceptualmente como un espécimen. Sin embargo, este tipo de espécimen no es el más deseable dado que una multiplicidad de estudios no puede

llevarse a cabo a partir de este tipo de muestras. Dicho de otra forma, múltiples preguntas no pueden resolverse analizando, por ejemplo, solo genomas obtenibles de la punta de la cola de una lagartija o de un trozo de uropatagio de un murciélago; de igual forma, la limitación señalada se puede generalizar en que ninguna muestra (e.g., una piel completa que ha sido taxidermizada, un cráneo, un puñado de plumas, un trozo de hígado preservado en alcohol) brindará toda la información que proveerá un espécimen conservado de forma integral.

Los especímenes, con los datos asociados (mínimamente fecha y lugar de colecta, pero eventualmente con toda la digitalización e interconexión entre bases de datos enmarcados en la noción de “especimen extendido”; Webster, 2017; ver ejemplos en <https://arctosdb.org/learn/gold-standard-records/>) constituyen registros inequívocos de presencia en el espacio y en el tiempo de linajes particulares y, dependiendo del tipo de preservación, también de sus asociaciones (e.g., sus parásitos, su dieta, su microbioma). Es de interés notar que existen llamados a expandir la colecta de un espécimen a su entorno; por ejemplo, al coleccionar un espécimen animal, además de preservarlo junto a sus parásitos y comensales, también se debería coleccionar muestras de las plantas, hongos y suelo circundantes, en lo que se ha dado en denominar Colecciones de la Siguiente Generación (Schindel & Cook, 2018). En países como Chile, con una débil infraestructura de colecciones, llamados de este tipo parecen por el momento inalcanzables; no obstante, con las limitantes impuestas por la realidad local, se debe continuar con la colecta de especímenes de la forma más integral posible.

Es relevante notar que de lo anterior se desprende que una base de datos (e.g., Genbank, GBIF) no constituye una colección biológica; sin especímenes físicos no hay colecciones biológicas. De esta forma, es necesario visualizar que cualquier iniciativa destinada a fortalecer las colecciones biológicas chilenas debe ir más allá de incentivar a digitalizar catálogos o especímenes, integrar dichos recursos digitales y hacerlos disponibles en línea (e.g., <https://www.herbariodigital.cl/>). Bienvenido sea si esto se logra, dado que estas iniciativas facilitan el acceso a algunos componentes del acervo de las colecciones y de esta forma propician su uso; es por eso que los esfuerzos mencionados deben continuar e intensificarse. Sin embargo, considero que lo prioritario para las colecciones chilenas es mejorar su infraestructura (e.g., edificios, muebles, equipamiento para conservar tejidos para estudios moleculares) e incrementar el personal rentado especializado en el manejo y curaduría de colecciones biológicas (ver informe Nonken, 2020). De igual forma, como para cualquier colección del mundo, es prioritario garantizar el crecimiento sostenido de los acervos de las colecciones locales. En lo que resta de esta revisión, trataré de fundamentar la declaración de que es necesario que las colecciones sigan creciendo.

### **El rol primario de las colecciones: la práctica taxonómica y sistemática**

Detrás de la génesis de las colecciones biológicas está la tarea de catalogar la biodiversidad en su nivel y dimensión más básica: la riqueza de especies. En otras palabras, las colecciones biológicas contemporáneas se establecieron para posibilitar la práctica taxonómica (la delimitación de especies según el decir actual) y la sistemática en general. Disciplinas éstas de la biología que no son experimentales y en las que las inferencias se basan en comparaciones de atributos de series de individuos (i.e., los especímenes conservados en las colecciones).

Puede existir la percepción de que la riqueza de especies de Chile está bien caracterizada. Materia de opinión y de perspectiva personal, como toda vez que se usa el adverbio de modo bien.

Pero la realidad muestra que año a año se describen nuevas especies en base a especímenes colectados en Chile (e.g., Almeida *et al.* 2023; Moritz & Parra-Gómez, 2023; Troncoso-Palacios & Contreras-Piderit, 2023), indicando que nuestro conocimiento sobre este componente de la biodiversidad es parcial y que, por extensión, nuestro conocimiento sobre las interacciones entre especies y los procesos mediados por estas interacciones es incompleto. Durante los años 2021 y 2022 se describieron al menos 54 y 34 especies de animales nuevas para la ciencia en base a especímenes colectados en Chile continental (D'Elia, en prep.). De igual forma, frecuentemente se describen especies nuevas para la ciencia de animales marinos (Araya *et al.* 2023), de plantas (e.g., Cádiz-Véliz *et al.* 2023), de hongos (e.g., Gallardo-Pillancari *et al.* 2023) y de especies de no-eucariotas (e.g., Hintersatz *et al.* 2023) en base a especímenes colectados en Chile. Si bien no todas estas nuevas especies se basan en especímenes depositados en colecciones chilenas (un tema complejo cuyo tratamiento adecuado excede los límites de este ensayo y que incluye aspectos de tradiciones culturales, colonialismo y también del ahora llamado "museo global") y que en buena parte de los estudios taxonómicos se estudian especímenes de colecciones locales y del extranjero, es claro que es necesario seguir colectando especímenes en el territorio chileno y depositándolos en colecciones biológicas, como forma de lograr una adecuada caracterización de la biota del país. Es de perogrullo mencionar que la práctica taxonómica es investigación basada en colecciones; no hay taxonomía sin colecciones.

### Las colecciones como ventanas no solo al presente, también al pasado y al futuro

Los acervos de las colecciones biológicas no solo posibilitan la práctica taxonómica y sistemática, también son la piedra angular de una plétora de estudios en distintas disciplinas biológicas y no biológicas. Rutinariamente se publican estudios basados en muestras preservadas en colecciones biológicas que analizan variación poblacional a escala geográfica (e.g., como varía la expresión génica o la morfología en función de diferencias ambientales, Giorello *et al.* 2018, Quiroga-Carmona *et al.* 2023) o distintos aspectos funcionales de la biota (e.g., Castillo-Figueroa 2018). Junto a lo anterior, los acervos de las colecciones biológicas también permiten hacer inferencias sobre aspectos del pasado y proyecciones sobre patrones del futuro; de esta forma, las colecciones constituyen ventanas que nos permiten ver parte del pasado y visualizar aspectos futuros. Los ejemplos de estudios en estas líneas son múltiples y variados. Seguidamente destaco dos estudios basados en colecciones que arrojan luz sobre el pasado. Ambos estudios cuantifican el efecto de las actividades antrópicas; el primero evalúa la variación de la contaminación del aire (un tema no biológico) y el segundo el efecto del calentamiento global en la biota (un tema de biodiversidad). DuBay & Fuldner (2017) midieron los niveles de carbón atmosférico adherido a las plumas de ejemplares de aves para evaluar cómo la concentración de carbón atmosférico varió entre 1880 y 2015 en el cinturón industrial de Estados Unidos. Este estudio permitió estimar los niveles de contaminación ambiental a lo largo del tiempo, incluyendo el efecto de medidas de mitigación implementadas a mediados del siglo XX. Moritz *et al.* (2008) registraron cambios ocurridos en casi un siglo en las distribuciones de pequeños mamíferos en un gradiente altitudinal de 3000 m debido al calentamiento global. Las comparaciones realizadas mostraron que las especies de elevaciones bajas ampliaron sus áreas de distribución hacia mayores elevaciones, mientras que las especies de elevaciones altas vieron sus rangos contraídos, lo que llevó a un cambio en la composición de la comunidad en elevaciones medias y altas. Un aspecto común de estos estudios es que dependen de la existencia de series de especímenes colectados en una misma área geográfica a distintos intervalos de tiempo. Es el acervo de las colecciones lo que hizo posible el comparar distintos atributos de las especies a lo largo del tiempo.

De igual forma, un gran número de estudios han usado los registros de las colecciones biológicas para modelar distribuciones futuras de especies en función de proyecciones de cambio climático (e.g., Matadamas *et al.* 2022; ver Piiraine *et al.* 2023 por una crítica sobre el valor predictivo de estas inferencias). Otra forma de mirar al futuro en base a las colecciones es que éstas tienen potencial para ser la base de un enfoque con valor predictivo de nuevos eventos de enfermedades zoonóticas emergentes, y así de posibilitar estrategias proactivas para evaluar riesgos y mitigar estas amenazas (Colella *et al.* 2021; ver también DiEuliis *et al.* 2016).

Esta breve reseña de unos pocos estudios no-taxonómicos ilustra el potencial de las colecciones biológicas para generar conocimiento original en disciplinas biológicas y no biológicas, incluyendo áreas de interés biomédico. De nuevo, es nuestra obligación el hacer posible estas investigaciones en el presente y en el futuro; para eso debemos hacer crecer los acervos de las colecciones biológicas de forma sostenida.

### Colección que no crece no cumple su función

Imaginemos que en 2040 queremos saber si un virus causante de una nueva enfermedad emergente ya circulaba en la naturaleza en 2020 y en 2030; la única forma de saber eso es analizando muestras colectadas en 2020 y 2030. Este abordaje metodológico fue el usado por Yates *et al.* (2002) para establecer que la cepa Virus Sin Nombre de hantavirus causante de Síndrome Pulmonar por Hantavirus detectada en Estados Unidos en 1993 ya circulaba inadvertidamente en el país al menos desde la década de 1970 (los investigadores no pudieron ir más atrás en el tiempo por la falta de muestras más antiguas). Dados estos escenarios, el corolario es claro: debemos seguir colectando especímenes para posibilitar los estudios del futuro. En este sentido, sería deseable que una política nacional de colecciones contemplara la coordinación de, o al menos incentivara, un esfuerzo de colecta intenso y sistematizado a escala espacial y temporal de muestras representativas de la biota del país, que asegure la colecta integral de especímenes, preservando muestras con distintas preparaciones que posibiliten, entre otras cosas, estudios basados en genomas y ARN, búsquedas de virus y análisis de la microbiota asociada.

Al mismo tiempo, es de interés notar que constantemente están apareciendo nuevas formas de extraer información de los especímenes preservados en las colecciones biológicas. Por ejemplo, en la actualidad extraemos y secuenciamos ADN rutinariamente de especímenes colectados antes de que estuvieran disponibles las técnicas de secuenciación más rudimentarias, e incluso de especímenes colectados antes que conociéramos la estructura del propio ADN (este tipo de ADN, obtenido de muestras que no fueron preservadas pensando en estudios genéticos, se conoce como ADN histórico y es la base de los llamados estudios de museómica; Raxworthy & Smith, 2021; ver un ejemplo en de Abreu *et al.* 2020). De forma similar, el tipo, volumen y detalle de la información anatómica obtenida con la actual revolución propiciada por los tomógrafos computarizados era impensada unos pocos años atrás. Estos hechos indican que no sabemos qué uso les darán a los especímenes los colegas del futuro; no sabemos qué tipo de información se podrá obtener de los especímenes en 50, 100 o 200 años. Pero lo que sí se desprende de lo anterior es que debemos garantizar no solo la mantención de las colecciones, sino que también su crecimiento; debemos seguir incorporando de forma sistematizada especímenes a las colecciones como forma de posibilitar las investigaciones del futuro, muchas de las cuales tomarán formas y tratarán sobre temas que hoy no visualizamos. Especímen que no se colecte hoy y acá, no podrá ser

colectado mañana ni en otro lado. Huelga decir que la colecta de especímenes debe hacerse con la autorización de la autoridad correspondiente (e.g., Servicio Agrícola y Ganadero, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura) siguiendo las técnicas de refinamiento que minimicen el sufrimiento de los individuos a remover de las poblaciones naturales (ver comentario con relación a estos aspectos en D'Elia *et al.* 2019; por una perspectiva internacional similar ver Alexander *et al.* 2021).

### Aspectos preocupantes sobre las colecciones biológicas de Chile

En esta sección, que no pretende ser exhaustiva, he seleccionado para comentar tres dimensiones de las colecciones biológicas de Chile que me resultan preocupantes: financiamiento deficiente con el consiguiente impacto en infraestructura y personal, el aseguramiento de la perpetuidad de las colecciones y el bajo crecimiento de los acervos de las colecciones.

La falta de presupuesto adecuado emerge como preocupación central en la mayoría de los casos (e.g., Ojeda *et al.* 2017; Comité de Diversidad Biológica, Universidad de Chile, 2022, Ortiz *et al.* 2023). Esta limitante impacta negativamente en todos los aspectos de las colecciones, incluyendo el mantenimiento (e.g., insumos, sistemas de control de variables ambientales, sistemas antiincendios), expansión de la infraestructura existente (e.g., implementación de sistemas de nitrógeno líquido de preservación de los acervos de tejidos congelados, que constituye el actual "gold standard", Phillips *et al.* 2019) e incorporación de nuevas herramientas y protocolos que faciliten el trabajo curatorial (e.g., el uso de "códigos de ADN" para ayudar en la determinación a nivel de especie de algunos especímenes; Hebert *et al.*, 2003), al igual que en tener el personal remunerado necesario para el correcto funcionamiento de las colecciones. La precariedad presupuestal de las colecciones biológicas de Chile es algo largamente sabido (ver por ejemplo resultados de los talleres participativos incluidos en el informe de la "Elaboración Estrategia para el Fortalecimiento de las Colecciones Biológicas de Chile", Nonken, 2020). Mejorar este aspecto, en sempiternas épocas de crisis económica, donde lo urgente y/o lo que circunstancialmente sea más visible prima sobre lo importante, no es sencillo. Conseguir presupuesto adecuado y de forma periódica para las colecciones puede resultar para los curadores una tarea titánica y por momentos desmoralizadora; solo queda apelar a su perseverancia para subsanar esta situación logrando atraer fondos de sus instituciones. Dicho lo anterior, es deseable el establecimiento de fondos concursables estatales para fortalecer las colecciones (ver por ejemplo el programa que la National Science Foundation de Estados Unidos tiene al respecto: <https://new.nsf.gov/funding/opportunities/capacity-biological-collections>). A menor escala, se puede establecer que parte del presupuesto de los proyectos financiados con fondos públicos (e.g., FONDECYT), que contemplan la colecta de especímenes, se destine a financiar su posterior depósito en colecciones institucionales. Subyacente a esta idea está el hecho de que, si bien toda colección recibirá con gusto una donación de especímenes, éstos en ciertos casos pueden representar un problema para las colecciones por la falta de muebles, insumos y personal para trabajar en su catalogación y curación.

Un aspecto siempre preocupante refiere a qué tan garantizada está la continuidad temporal de las colecciones. Es razonable pensar que aquellas pertenecientes a museos estatales o aquellas universitarias que están reconocidas institucionalmente (e.g., las colecciones de la Universidad de Magallanes) tienen su continuidad asegurada; aunque es claro no hay nada garantizado. Hay múltiples casos en el mundo de instituciones que por un motivo u otro se desprenden de sus colecciones (e.g., Dunnun *et al.* 2018) o que se pierden total o parcialmente en situaciones

catastróficas (e.g., incendios que afectaron algunas colecciones de la Universidad Austral de Chile o del Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro). En paralelo una fracción importante de las colecciones dista de tener su perpetuidad asegurada. Entre éstas, de especial preocupación son las "colecciones de laboratorio" (i.e., aquellas pertenecientes a un laboratorio, normalmente universitario, que no están incorporadas a colecciones institucionales). Las razones del porqué estas colecciones existen, asociadas a las dinámicas de investigación e infraestructura existente en las instituciones, son entendibles, pero se debería tender a que estas colecciones no existieran y que todos los especímenes fueran depositados en colecciones institucionalizadas. El problema con las colecciones de laboratorio es que normalmente la conservación de los especímenes es precaria, su acceso para externos al laboratorio es difícil, en parte porque su existencia es poco conocida, y que su perpetuidad no está garantizada, especialmente al momento del retiro del académico de turno. Sin entrar a considerar cuestiones éticas (i.e., especímenes removidos de poblaciones naturales, muchas veces con financiamiento público, que se pierden), estos escenarios de pérdidas implican la pérdida de especímenes que fueron la base de muchos estudios, por lo que la repetibilidad de los mismos y puesta a prueba de sus resultados ya no se podrá realizar. De esta forma, se debe desestimular la práctica de colecciones de laboratorio e incentivar el depósito de especímenes en colecciones institucionales. En esta línea, se puede establecer la obligatoriedad de que luego de un periodo razonable de embargo, en que el colector tenga prioridad para su uso, los especímenes que se colecten con fondos públicos sean depositados en colecciones institucionales, las que a su vez deberían estar acreditadas en términos de infraestructura y accesibilidad. Este aspecto podría ser considerado cuando se delinear las llamadas políticas de acceso abierto a los datos de investigación.

Las colecciones biológicas de Chile son chicas y no contienen un buen muestreo de la biota chilena. Por ejemplo, si frente a un brote zoonótico debemos hacer una búsqueda viral en aves, ¿existen en colecciones chilenas muestras de tejidos congelados de las aves registradas en el territorio del país? La respuesta es no; frente a tal emergencia deberíamos primero salir a colectar. Si el muestreo se necesita hacer en mamíferos estaremos mejor preparados, pero aún lejos de tener disponibilidad de muestras con una buena cobertura taxonómica, geográfica y temporal. Escenarios como el planteado enfocados en estudios de otras disciplinas (e.g., filogeografía, taxonomía, biogeografía), que muestran la existencia de un déficit en los acervos de las colecciones son fáciles de visualizar y plantear. Mejorar este escenario siempre será difícil dadas las restricciones presupuestarias reseñadas anteriormente, las restricciones a la colecta científica (D'Elia *et al.* 2019) y la poca desarrollada que es la cultura de colecciones a nivel nacional. En esta línea, algo en lo que es necesario trabajar es en alcanzar un cambio cultural por el cual se vuelva obvio y rutina el depósito en colecciones de los especímenes que se colectan en el marco de cualquier investigación (e.g., fisiológicas, conductuales, las enmarcadas en el enfoque denominado "one health"); si bien hay progresos en esta línea, es claro que aún falta bastante camino por recorrer.

Junto a los temas tratados anteriormente, me interesa comentar dos fenómenos más profundos, más de cosmovisión, que conspiran contra el crecimiento de las colecciones biológicas. Ambos aspectos tienen en común cierta percepción de cómo debemos relacionarnos con la naturaleza. En algunos círculos la colecta científica enfrenta cierta resistencia debido a la preocupación de que la remoción de individuos de las poblaciones naturales afecte negativamente la integridad de las poblaciones y comunidades naturales (e.g., Minter *et al.* 2014; ver contundente crítica en Rocha *et al.* 2014). Sin embargo, estudios de largo plazo muestran que el efecto de la colecta científica

es insignificante en poblaciones naturales de pequeños mamíferos, por lo que se concluye que el crecimiento de los acervos de las colecciones no afecta la viabilidad de las poblaciones naturales de estos animales (Hope *et al.* 2018). Si bien no se ha estudiado qué tan generalizable es este hecho a otros grupos taxonómicos, es razonable pensar que será igual de insignificante en poblaciones de otros vertebrados y de invertebrados. Quizás sea oportuno mencionar que nadie plantea el coleccionar especímenes de especies categorizadas con algún grado de vulnerabilidad o similar. La segunda arista que me interesa comentar se ejemplifica en el reciente planteo de Byrne (2023; ver también Donegan, 2000, Russo *et al.* 2017 y Waeber *et al.* 2017), quien aboga por lo que denomina “colecta compasiva” en la que se debe sustituir la colecta letal de especímenes por la toma de biopsias y fotos, junto a la búsqueda de nuevas formas de obtener información de los acervos actuales de las colecciones. Respetando todas las cosmovisiones que se puedan tener sobre nuestro relacionamiento con el mundo natural, las secciones previas de este ensayo indican que la postura de Byrne (2023) es por múltiples motivos inadecuada (ver también la respuesta de Nachman *et al.* 2023). De igual interés es la opinión de Gippoliti (2018), quien aboga por la no pertinencia de plantear creencias éticas personales enmascaradas como argumentos científicos que traen aparejado la ralentización de la descripción de la biodiversidad. En última instancia, algo que debe ser entendido es que si queremos generar conocimiento original en múltiples disciplinas debemos remover especímenes de la naturaleza. Si decidimos que debemos posibilitar cierto tipo de estudios, incluyendo muchos que en su concepción y abordaje metodológico hoy día no visualizamos, la incorporación continua de nuevos especímenes a las colecciones debe facilitarse e incentivarse.

## PERSPECTIVAS

Chile tiene una larga historia de colecciones biológicas, con algunas iniciándose en el siglo XIX (*e.g.*, Museo Nacional de Historia Natural, Museo de Historia Natural de Valparaíso). No obstante, hay consenso en que a pesar de que en círculos académicos y estatales se habla mucho de biodiversidad, de patrimonio natural y temas relacionados, las colecciones biológicas atraviesan serias dificultades de infraestructura y personal, causadas por un perenne déficit presupuestario. En este sentido, un camino a recorrer es contribuir a visibilizar y poner en valor lo que son las colecciones biológicas, su rol salvaguardando el patrimonio natural y su condición de imprescindibles para generar conocimiento original en una multiplicidad de disciplinas científicas. Esta tarea, que puede tomar distintas formas (*e.g.*, artículos de divulgación y académicos, simposios en reuniones científicas), debería realizarse de forma individual por los integrantes de cada colección, así como en conjunto entre el personal de distintas colecciones. Al mismo tiempo, es prioritario que los curadores de las colecciones hagan gestiones ante las autoridades de las reparticiones estatales correspondientes (*e.g.*, MCTCI, MMA, ANID, SAG) para generar políticas activas que potencien el crecimiento de las colecciones tanto en aspectos presupuestales como en facilitar la colecta científica. En este sentido, considero bienvenidas las iniciativas impulsadas desde el Ministerio de Medioambiente de relevar las colecciones biológicas de Chile y la serie de seminarios realizados en torno a las colecciones durante los últimos años. Por último, es imprescindible que en los cursos universitarios planteemos la agenda de las colecciones. Éstos no tienen que solo ser cursos de taxonomía o sistemática; por el contrario, el rol de las colecciones debería visualizarse en cualquier curso que refiera a aspectos de la biodiversidad. En última instancia, las colecciones seguirán presentes en la medida que las nuevas generaciones las conozcan y las usen.

Estos planteos son, en buena medida, voluntaristas y como tal el éxito e impacto de los mismos puede verse con cierto escepticismo. Sin perjuicio de lo anterior, es claro que la situación de las colecciones biológicas de Chile dista de ser la adecuada, al tiempo que es responsabilidad de los que estamos actualmente al frente de las mismas el trabajar para perpetuarlas, mejorarlas y hacerlas crecer. En este sentido todas las perspectivas y acciones positivas encaminadas en dicha dirección son bienvenidas.

## AGRADECIMIENTOS

A los editores de este número especial de los Anales del Instituto de la Patagonia por haberme invitado a ser parte de éste. A los integrantes del CHIC, en particular Ricardo Rozzi, Francisca Massardo y Andrea Pino-Piderit, por haberme invitado a participar en algunas de sus actividades, durante las cuales visualicé la necesidad de escribir este ensayo. A Pablo Teta, curador en el Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", por la lectura crítica de una versión preliminar de este ensayo. A dos revisores anónimos que realizaron comentarios que mejoraron la lectura de este ensayo. A todos los colegas y estudiantes que día a día donan horas de su tiempo para mantener y hacer crecer las colecciones biológicas.

## LITERATURA CITADA

- Alexander, G.J., Tollev, K.A., Maritz, B., McKechnie, A., Manger, P., Thomson, R.L., ... & Kerley, G.I.H. (2021). Excessive red tape is strangling biodiversity research in South Africa. *South African Journal of Science*, 117(9-10): 1-4.
- Almeida, A.L., Álvarez-Presas, M., & Carbayo, F. (2023). The discovery of new Chilean taxa revolutionizes the systematics of Geoplaninae Neotropical land planarians (Platyhelminthes: Tricladida). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 197(4): 837–898.
- Araya, J.F., Catalán, R., Bonard, A.R., & Aliaga, J.A. (2023). First Coralliophila species (Gastropoda: Muricidae) from the Chilean Continental Margin, Southeastern Pacific. *Bulletin of Marine Science*, 99(3): 331-337.
- Byrne, A.Q. (2023). Reimagining the future of natural history museums with compassionate collection. *PLoS Biology* 21(5): e3002101. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3002101>
- Cádiz-Véliz, A., Palma-Villalobos, B., Villarroel, A.E., & Muñoz-Schick, M. (2023). Adiantum viscosum (Pteridaceae), a new species endemic to sclerophyllous forest of Central Chile. *Phytotaxa*, 599(3): 183–192.
- Castillo-Figueroa, D. (2018). Beyond specimens: linking biological collections, functional ecology and biodiversity conservation. *Revista Peruana de Biología* 25(3): 343–348.
- Colella, J.P., Bates, J., Burneo, S.F., Camacho, M.A., Carrion, C., Constable, I., ... & Cook, J. A. (2021). Leveraging natural history biorepositories as a global, decentralized, pathogen surveillance network. *PLoS Pathogens*, 17(6): e1009583. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1009583>
- Comité de Diversidad Biológica, Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo, Universidad de Chile. (2022). Catastro de colecciones biológicas de la Universidad de Chile. Versión 1.2, 15 de junio de 2022. [https://uchile.cl/dam/jcr:9ec0169f-85ca-444b-9d5e-fa4b49553e93/Informe\\_colecciones\\_JUN2022\\_V02\\_anexos.pdf/](https://uchile.cl/dam/jcr:9ec0169f-85ca-444b-9d5e-fa4b49553e93/Informe_colecciones_JUN2022_V02_anexos.pdf/). Acceso 23 de septiembre de 2023.
- Crisci, J.V., & Katinas, L. (2017). Las colecciones de historia natural: memoria colectiva de la humanidad. *Museo*, 29: 23-30.
- D'Elía, G., Jaksic, F., Bacigalupe, L. D., Bozinovic, F., Canto, J. L., Correa, C., ... & Victoriano P. (2019). Sugerencias para mejorar la regulación chilena de manipulación de vertebrados terrestres en poblaciones naturales en el contexto de investigaciones científicas. *Gayana*, 83(1): 63-67.
- de Abreu-Jr, E.F., Pavan, S.E., Tsuchiya, M.T.N., Wilson, D.E., Percequillo, A.R., & Maldonado, J.E. (2020). Museomics of tree squirrels: a dense taxon sampling of mitogenomes reveals hidden diversity, phenotypic convergence, and the need of a taxonomic overhaul. *BMC Evolutionary Biology* 20(77) <https://doi.org/10.1186/s12862-020-01639-y>

- DiEuliis, D., Johnson, K.R., Morse, S.S., & Schindel, D.E. (2016). Opinion: Specimen collections should have a much bigger role in infectious disease research and response. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(1):4-7.
- Donegan, T. M. (2000). Is specimen-taking of birds in the Neotropics really "essential"? Ethical and practical objections to further collection. *Ornithologia Neotropical* 11: 263-267.
- Dubay, S.G., & Fuldner, C.C. (2017). Bird specimens track 135 years of atmospheric black carbon and environmental policy. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(43): 11321-11326.
- Dunnum, J.L., McLean, B.S., Dowler, R.C., & Systematic Collections Committee of the American Society of Mammalogists. (2018). Mammal collections of the Western Hemisphere: a survey and directory of collections. *Journal of Mammalogy*, 99(6): 1307-1322.
- Gallardo-Pillancari, E., González, C., Barahona-Segovia, R.M., Ruiz, C., Luz, C., Humber, R.A., & Montalva, C. (2023). Natural infection of Chiromyzinae larvae (Diptera: Stratiomyidae) in southern Chile by *Tolypocladium valdiviae* sp. nov. *Fungal Biology*, 127(1-2): 845-853.
- García, P., Rivas, L., Peters, A., Henríquez, P., Castillo, L. Illesca, V., ... & Munita, J.M. (2022). Creación del primer biorrepositorio nacional de bacterias multirresistentes disponible para el estudio de la resistencia bacteriana en Chile. *Revista Chilena de Infectología*, 39(5): 623-629.
- Giorello, F.M., Feijoo, M., D'Elia, G., Naya, D.E., Valdez, L., Opazo, J.C., & Lessa, E.P. (2018). An association between differential expression and genetic divergence in the Patagonian olive mouse (*Abrothrix olivacea*). *Molecular Ecology*, 27(16): 3274-3286.
- Gippoliti, S. (2018). Natural history collecting and the arrogance of the modern Ark researcher. *Bionomia*, 13(1): 69-73.
- Hebert, P.D.N., Cywinska, A., Ball, S.L. & de Waard J.R. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society, London B*, 270(1512): 313-321 <http://doi.org/10.1098/rspb.2002.2218>
- Hintersatz, C., Singh, S., Rojas, L.A., Kretzschmar, J., Wei, S.T.-S., Khambhati, K., ... & Pollmann, K. (2023). Halomonas gemina sp. nov. and Halomonas llamarensis sp. nov., two siderophore-producing organisms isolated from high-altitude salars of the Atacama Desert. *Frontiers in Microbiology*, 14:1194916 [10.3389/fmicb.2023.1194916](https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1194916)
- Hope, A.G., Sandercock, B.K., & Malaney, J.L. (2018). Collection of scientific specimens: benefits for Biodiversity Sciences and limited impacts on communities of small mammals. *BioScience*, 68(1): 35-42.
- Matadamas, R.E., Enríquez, P.L., Guevara, L., & Navarro-Sigüenza, A.G. (2022). Stairway to extinction? Influence of anthropogenic climate change on distribution patterns of montane Strigiformes in Mesoamerica. *Avian Conservation and Ecology*, 17(2): 37.
- Minteer, B.A., Collins, J.P., Love, K.E., & Puschendorf, R. (2014). Avoiding (re)extinction. *Science*, 344(6181): 260-261.
- Montalva, C., González, C., Kossack, K., Gutiérrez, N., Palma, B., Vásquez, T., ... & Vives, I. (2023). Cepario de hongos patógenos de insectos y otros artrópodos de Chile. *Boletín FELACC*, 34: 15-19.
- Moritz, L., & Parra-Gómez, A. (2023). Notorhinus floresi sp. nov. gen. nov.: The first records of Siphonophorida in Chile and Siphonophoridae in South America (Colobognatha). *Arthropod Systematics & Phylogeny*, 81: 565-579.
- Moritz, C., Patton, J.L., Conroy, C.J., Parra, J.L., White, G.C., & Beissinger, S.R. (2008). Impact of a century of climate change on small-mammal communities in Yosemite National Park, USA. *Science*, 322(5899): 261-644.
- Nachman, M.W., Beckman, E.J., Bowie, R.C.K., Cicero, C., Conroy, C.J., Dudley, R., ... & Zink, R.M. (2023). Specimen collection is essential for modern science. *PLoS Biology* 21(11): e3002318. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3002318>
- Niculcar, R., Latorre, K., & Vidal, O. J. (2015). Conservación ex situ plantas en el banco de germoplasma SAG-Magallanes: Una herramienta para la restauración ecológica. *Anales Instituto Patagonia*, 43(1): 109-113.
- Nonken. (2020). Elaboración Estrategia para el Fortalecimiento de las Colecciones Biológicas de Chile. Licitación 608897-55-LE19. Informe Final. Ministerio del Medio Ambiente. Subsecretaría del Medio Ambiente. ONG Nonken, Chile.
- Ojeda, J., Vanerio, M., Rosenfeld, S., & Suazo, C.G. (2017). Colección Biológica del Museo Antropológico Martín Gusinde: Su relevancia para la historia natural de los canales subantárticos del Cabo de Hornos. Colecciones Digitales, Subdirección de Investigación Dibam. <http://www.museomartingusinde.cl/646/w3-article-81443.html>

- Ortiz, J. C., Pizarro-Araya, J., Parra, L. E., Marticorena, A., & Jerez, V. (2023). Catálogo de las Colecciones Biológicas de Chile. *Gayana*, 87(2):179-196.
- Phillips, C.D., Dunnum, J.L., Dowler, R.C., Bradley, L.C., Garner, H.J., MacDonald, K.A., ... & Systematic Collections Committee of the American Society of Mammalogists. (2019). Curatorial guidelines and standards of the American Society of Mammalogists for collections of genetic resources. *Journal of Mammalogy*, 100(5): 1690–1694.
- Piirainen, S., Lehtikoinen, A., Husby, M., Kälås, J. A., Lindström, Å., & Ovaskainen, O. (2023). Species distributions models may predict accurately future distributions but poorly how distributions change: A critical perspective on model validation. *Diversity and Distributions*, 29, 654-665.
- Quiroga-Carmona, M., Teta, P., & D'Elia, G. (2023). The skull variation of the olive field mouse *Abrothrix olivacea* (Cricetidae: Abrotrichini) is localized and correlated to the ecogeographic features of its geographic distribution. *PeerJ*, 11:e15200 <https://doi.org/10.7717/peerj.15200>
- Raxworthy, C.J., & Smith, B.T. (2021). Mining museums for historical DNA: advances and challenges in museomics. *Trends in Ecology and Evolution*, 36(11):1049-1060.
- Ríos, J.A., Alcalde, E., Ramírez, E., Campbell, M., Labbé, T.P., Becerra, ... & Cabrera, M. E. (2019). Una red de biobancos para Chile: investigar hoy, para curar mañana. *Revista Médica de Chile* 147(7): 901-909.
- Rocha, L.A., Aleixo, A., Allen, G., Almeda, F., Baldwin, C.C., Barclay, M.V., ... & Witt, C.C. (2014). Specimen collection: an essential tool. *Science*, 344(6186): 814-815.
- Rohwer, V. G., Rohwer, Y., & Dillman, C. B. (2022). Declining growth of natural history collections fails future generations. *PLoS Biology* 20(4): e3001613. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001613>
- Russo, D., Ancillotto, L., Hughes, A.C., Galimberti, A., & Mori, E. (2017). Collection of voucher specimens for bat research: conservation, ethical implications, reduction, and alternatives. *Mammal Review*, 47(4): 237-246.
- Schindel, D.E., & Cook, J.A. (2018). The next generation of natural history collections. *PLoS Biology*, 16(7): e2006125. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2006125>
- Suárez, A.V., & Tsutsui, N.D. (2004). The value of museum collections for research and society. *BioScience*, 54(1): 66–74.
- Troncoso-Palacios, J., & Contreras-Piderit, F. (2023). Una nueva especie del grupo de *Liolaemus nigroviridis* de los Andes de Chile central (Iguania: Liolaemidae). *Acta Zoológica Lilloana*, 67(1), 233–259.
- Waeber, P.O., Gardner, C.J., Lourenço, W.R., & Wilmé, L. (2017). On specimen killing in the era of conservation crisis – A quantitative case for modernizing taxonomy and biodiversity inventories. *PLoS One*, 12(9): e0183903. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183903>
- Webster, M.S. (2017). The extended specimen: emerging frontiers in collections-based ornithological research. *Studies in Avian Biology Series*, No. 50. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- Yates, T.L., Mills, J.M., Parmenter, C.A., Ksiazek, T.G., Parmenter, R.R., Vande Castle, ... & Peters, C.J. 2002. The ecology and evolutionary history of an emergent disease: Hantavirus Pulmonary Syndrome: evidence from two El Niño episodes in the American Southwest suggests that El Niño-driven precipitation, the initial catalyst of a trophic cascade that results in a delayed density-dependent rodent response, is sufficient to predict heightened risk for human contraction of hantavirus pulmonary syndrome. *BioScience*, 52(11): 989-998.

Apéndice: Afiliación declarada por cada uno de los autores

Número afiliación	Nombre de la institución y/u organización Afiliación
1	Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas y Colección de Mamíferos, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. ✉ <a href="mailto:guille.delia@gmail.com">guille.delia@gmail.com</a>
Autor	Afiliación
Guillermo D'Elia	1