

NaturalistaUY: una herramienta de ciencia ciudadana para mejorar el conocimiento de la biodiversidad en Uruguay

Trabajo final de carrera de la Licenciatura en Ciencias Biológicas



Observaciones del mes de NaturalistaUY

Rodrigo Montiel

Orientadora: Dra. Florencia Grattarola

Co-orientadora: Mag. Magdalena Carabio

Tribunal: Dra. Florencia Grattarola, Mag. Magdalena Carabio, Dra. Micaela Trimble y
Dr. Miguel Simó

Facultad de Ciencias, Universidad de la República

Diciembre 2023

“Y, por tanto, ¿importa el destino? ¿O es el camino que emprendemos? Declaro que ningún logro tiene tan gran sustancia como el camino empleado para conseguirlo”

Brandon Sanderson

Agradecimientos

A Flo y Magui, quienes no solo me abrieron las puertas de este proyecto, sino que también me han brindado un apoyo invaluable a lo largo de todo este recorrido. Siempre con una gran disposición para enseñarme cosas nuevas.

A la gente de Julana, por su cálido recibimiento durante los eventos de muestreo y sus consejos de cómo ir llevando esta etapa.

A Miguel y Micaela por haber aceptado formar parte de mi tribunal evaluador. Y, a pesar de las fechas complicadas, corregir este trabajo con suma rapidez. Muchas gracias por sus correcciones y aportes que enriquecieron enormemente este trabajo.

A mi familia por su apoyo constante y a todos esos amig@s, los que estuvieron al inicio o los que se sumaron al final, que me acompañaron en estos años de facultad.

Por último, a la Facultad de Ciencias y a todos los docentes que me cruzaron en su camino, y de alguna forma u otra aportaron su grano de arena a mi crecimiento y formación.

Gracias a todos.

Índice de contenido

Agradecimientos.....	3
Índice de contenido.....	4
Resumen.....	5
Introducción.....	6
Objetivos.....	12
Materiales y Métodos.....	13
Descarga y análisis de datos.....	13
Análisis de las observaciones de NaturalistaUY.....	13
Análisis de la cobertura espacial, temporal y taxonómica de los datos.....	15
Análisis de las preferencias de los usuarios.....	15
Grupos de estudio.....	15
Categorización de usuarios en la plataforma.....	18
Análisis estadísticos.....	19
Resultados.....	21
Contribuciones en NaturalistaUY.....	21
Cobertura de los datos.....	21
Cobertura espacial.....	21
Cobertura temporal.....	22
Cobertura taxonómica.....	23
Categorización de los usuarios.....	25
Preferencias al registrar Tetrápodos.....	28
Preferencias al registrar Dicotiledóneas.....	29
Observaciones Novedosas.....	31
Discusión.....	32
Contribuciones de NaturalistaUY.....	32
Cobertura de los datos en la plataforma.....	33
Preferencias de los usuarios al registrar.....	34
Registros nuevos para el país.....	35
Aportes al monitoreo en Uruguay.....	36
Conclusiones y perspectiva.....	37
Disponibilidad de datos y código.....	39
Bibliografía.....	40
Anexos.....	49
Anexo 1 - Opciones seleccionadas para la descarga de datos de NaturalistaUY.....	49
Anexo 2 - Tablas de especies faltantes en la bibliografía.....	51
Anexo 3 - Encuesta realizada a usuarios de NaturalistaUY.....	55

Resumen

Para poder evaluar el estado de la biodiversidad, identificar impactos y sugerir acciones de conservación ante la pérdida de diversidad biológica que actualmente atraviesa el planeta, es necesario registrar el estado de las especies en el tiempo y el espacio. El avance de las tecnologías de la información y comunicación han permitido la recopilación de datos a escalas espaciales y temporales sin precedentes mediante la integración del público general. iNaturalist es una de las plataformas de ciencia ciudadana más importantes del mundo que contribuyen a la generación de este tipo de datos. Desde su lanzamiento en 2008, la plataforma cuenta con más de 150 millones de observaciones y alrededor de 400 mil especies registradas. Herramientas como iNaturalist han demostrado ser de suma importancia para monitorear la biodiversidad en otras partes del mundo, sin embargo, su potencial en Uruguay permanece sin ser evaluado. En este trabajo se analizaron las contribuciones de NaturalistaUY, el portal de iNaturalist para nuestro país, al conocimiento sobre biodiversidad en Uruguay, los sesgos asociados con la toma de datos de manera no sistemática y las preferencias de los usuarios a la hora de registrar especies. Para ello se descargaron todas las observaciones hasta octubre del 2022 y se evaluó la cobertura espacial, temporal y taxonómica de los datos empleando el software estadístico R. A su vez, se analizó a los usuarios separándolos en tres categorías (experimentado, intermedio y principiante) e identificando sus preferencias a la hora de registrar los dos grupos de taxones con más observaciones (tetrápodos y dicotiledóneas). A la fecha, NaturalistaUY contaba con 59548 observaciones cargadas por 1963 usuarios, habiéndose registrado 4185 especies. En conjunto, nuestros resultados muestran que la mayoría de las observaciones tienen lugar sobre la costa, con Maldonado como el departamento con más observaciones, mientras que el interior del país permanece submuestreado. El primer registro en NaturalistaUY fue cargado en 2011, pero es recién en 2017 que la actividad en la plataforma comienza a crecer, duplicando año a año la cantidad de registros cargados. Los grupos taxonómicos con más registros verificados son las aves (31.5%), las dicotiledóneas (31.1%) y los insectos (13.9%), en contraste el Reino Fungi cuenta sólo con 255 observaciones (0.6%). Por último, los usuarios no mostraron diferencias a la hora de registrar especies, observándose las mismas preferencias para los dos grupos más representados. Este trabajo destaca la importancia de la participación ciudadana en la ciencia, mostrando como el público general puede contribuir de manera significativa al avance del conocimiento científico. Además, el análisis de sesgos y preferencias de los usuarios revela valiosas perspectivas para diseñar estrategias de monitoreo de la biodiversidad en los lugares donde se necesitan mayores esfuerzos de muestreo.

Introducción

La biodiversidad, definida como la variedad de todos los seres vivos de nuestro planeta, está cambiando a un ritmo alarmante. En las últimas tres décadas, la pérdida de hábitat, la sobreexplotación de los recursos naturales, las invasiones biológicas, la contaminación de los ambientes y la alteración del clima han llevado a disminuciones catastróficas a escala global, tanto en el número como en el tamaño de las poblaciones de especies de vertebrados y plantas (Dirzo *et al.*, 2014; Urban, 2015). América del Sur ha sido un epicentro de cambios durante las últimas décadas, sobre todo en el uso y cobertura del suelo, impulsados principalmente por la rápida expansión agrícola y ganadera de la región (Ran *et al.*, 2013; Graesser *et al.*, 2015; Song *et al.*, 2021; Zalles *et al.*, 2021). Aunque las prácticas de uso del suelo varían en todo el mundo, su resultado final suele ser el mismo: la adquisición de recursos naturales para las necesidades humanas, a menudo a expensas de la degradación de las condiciones ambientales (Foley *et al.*, 2005). Uruguay, no ajeno a los cambios en la región, también ha sufrido importantes alteraciones en la cobertura de sus suelos. La demanda de trigo y soja como alimentos para animales es el principal impulsor de la conversión de 2.5 millones de hectáreas de campos naturales en cultivos (Jobbágy & Jackson 2003; Paruelo *et al.*, 2006), mientras que entre 1999 y 2019 la cobertura leñosa aumentó un 62%, principalmente por eucaliptos y pinos, para la producción de materia prima de la industria de celulosa y papel (Céspedes-Payret *et al.*, 2009; Stanimirova *et al.*, 2022). En contraste, la superficie de Uruguay que está catalogada como “bajo protección” por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) apenas sobrepasa el 1% del territorio nacional (GUB, 2020). Esta contradicción es alarmante teniendo en cuenta el acelerado avance sobre el territorio de las actividades antrópicas que amenazan los ecosistemas y provocan la pérdida de diversidad biológica. Este es uno de los problemas ambientales más críticos según la *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (IPBES 2019).

En este contexto, preservar la diversidad biológica se torna de interés común para toda la humanidad. Para ello es necesario tener la capacidad de monitorear el estado de la biodiversidad (registrar especies en el tiempo y el espacio), identificar cambios en su distribución, evaluar qué factores causan un impacto y gestionar acciones de conservación (Yoccoz *et al.*, 2001; Mckinley *et al.*, 2017). Sin embargo, la biodiversidad es dinámica, heterogénea y está continuamente cambiando en respuesta a las fluctuaciones tanto bióticas como abióticas (por ejemplo, los cambios en el uso del suelo o las especies invasoras), por lo que esta tarea no es sencilla. Una herramienta clave con la que cuentan científicos, gestores gubernamentales y ciudadanos son las bases de datos globales de biodiversidad. Sin embargo, dada la compleja dinámica espacial y temporal de la biodiversidad, así como la capacidad

humana para estudiarla, estas bases en general están sesgadas. Geográficamente los registros suelen estar concentrados en países más desarrollados (Martin *et al.*, 2012; Oliver *et al.*, 2021), principalmente en los Estados Unidos, Europa y Australia (Fig. 1). A su vez, ciertos grupos taxonómicos reciben mucha más atención que otros, estimándose que, por ejemplo, solo se han descubierto alrededor del 6% de las especies de hongos, mientras que para plantas este número alcanza el 88% (Niskanen *et al.*, 2023). Es fundamental tener en cuenta este tipo de limitaciones, inherentes a las bases de datos de biodiversidad (Hortal *et al.*, 2015), para evitar obtener conclusiones erróneas acerca de los patrones que se desean investigar. Este desafío es aún más crítico en países como Uruguay, donde las fuentes públicas gubernamentales y académicas de información primaria son limitadas y en su mayoría no son abiertas (Grattarola *et al.*, 2020a), es decir no son libres de acceder, usar, modificar y/o compartir por cualquier persona para cualquier fin (Open Knowledge Foundation, 2023).

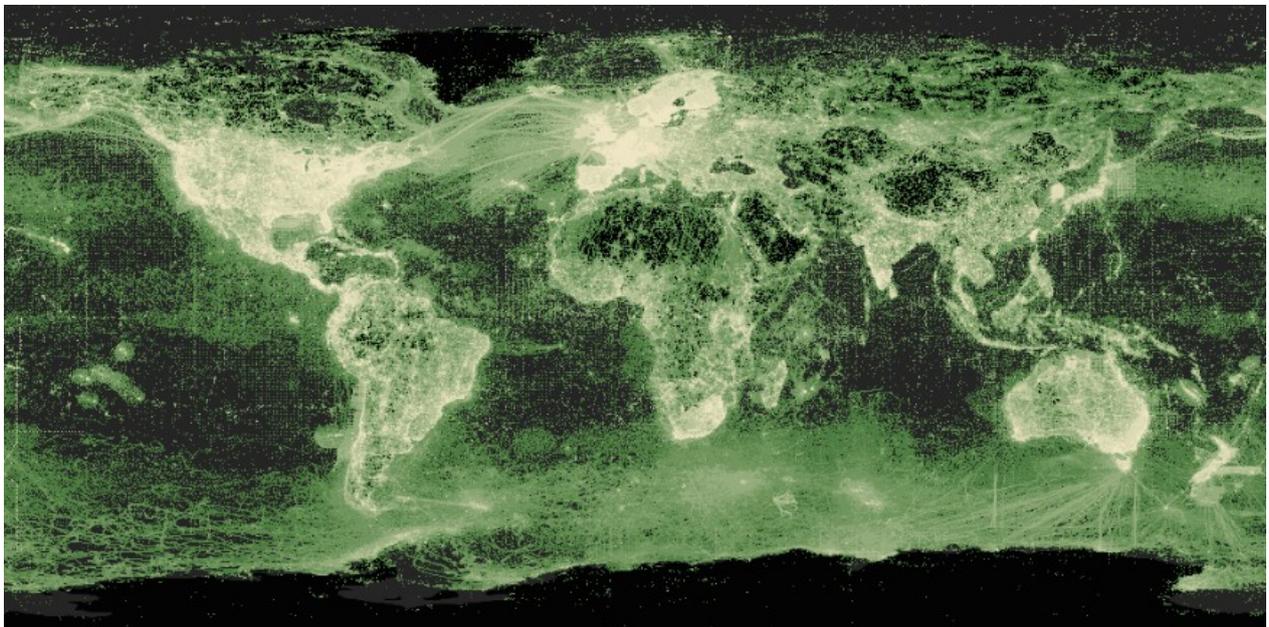


Figura 1: Densidad de registros de biodiversidad en la plataforma de Global Biodiversity Information Facility (GBIF). La escala de tonos verdes en el mapa refleja la cantidad de registros de biodiversidad. A medida que el color se aclara, aumenta la densidad de registros. Extraído de <https://www.gbif.org>

La necesidad de contar con bases de datos abiertas sobre la biodiversidad mundial se reconoce en la meta N°19 propuesta en el Marco Mundial de la Diversidad Biológica del 2020, que requiere la disponibilidad de información fiable sobre el estado y las tendencias de la biodiversidad (UNEP, 2020). En la última década se han visto enormes avances en la recopilación y conservación de datos de especies a escala regional y mundial. Entre los portales globales más conocidos se encuentran la *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF: <https://www.gbif.org>), una plataforma global intergubernamental que brinda acceso gratuito a datos biológicos de diferentes fuentes y *Map of Life* (MoL: <http://www.mol.org>, Jetz *et*

al., 2012), una herramienta que tiene como objetivo representar la distribución de cada especie en el planeta. Las bases de datos de biodiversidad se basan generalmente en datos sobre la presencia, presencia-ausencia y/o abundancia de especies y varían en función de las fuentes de datos que incorporan. Por ejemplo, en GBIF los datos provienen de una gran variedad de colaboradores alrededor del mundo (Fig. 2), que ofrecen acceso abierto a sus datos de colecciones biológicas, inventarios científicos y plataformas de ciencia ciudadana, entre otras (Hochmair *et al.*, 2020). En Uruguay existe el *Consortio de Datos de Biodiversidad* (BIODIVERSIDATA: <https://www.biodiversidata.org>), cuyas bases de datos de vertebrados y plantas vasculares son las primeras de acceso abierto para el país (Grattarola *et al.*, 2019; Grattarola *et al.*, 2020b).

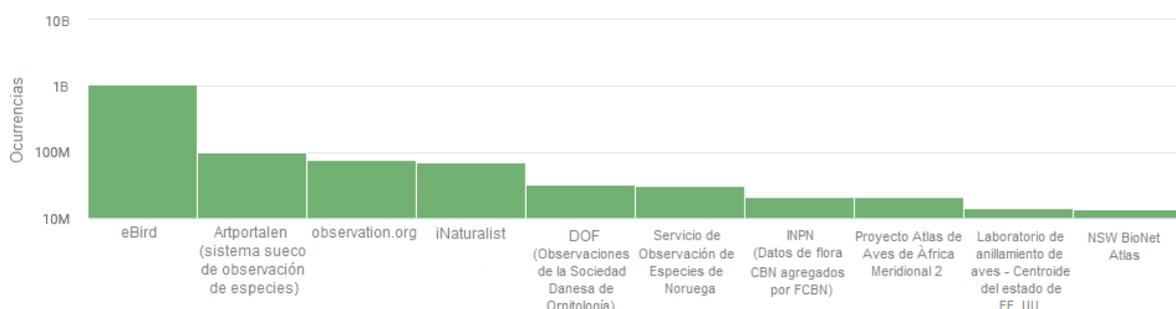


Figura 2: Registros de la plataforma GBIF en función de las bases de datos de donde provienen. Se muestran las primeras 10 bases de datos que aportan observaciones a la plataforma (modificado de https://www.gbif.org/occurrence/charts?occurrence_status=present).

Actualmente, las bases de datos de biodiversidad son complementadas en gran medida por el aporte de personas no científicas a través de lo que se conoce como *Ciencia Ciudadana* (Butchart *et al.*, 2010; Pocock, 2015). Esta práctica se puede definir como la integración del público general en la recolección de datos, permitiendo que cualquier persona interesada pueda aportar a la generación del conocimiento científico (Bonney *et al.*, 2009). En las plataformas y proyectos masivos de ciencia ciudadana, la amplia distribución geográfica de los participantes permite recopilar información durante largos períodos de tiempo y en múltiples lugares (Schmeller *et al.*, 2009; Mackechnie *et al.*, 2011; Miller-Rushing *et al.*, 2012). La participación de personas no científicas en la ciencia ciudadana permite además fortalecer la democratización del conocimiento y su divulgación, y contribuye con diversas perspectivas a una ciencia más sólida (Aristeidou *et al.*, 2021; Borsellino, 2017). Esto dependerá en gran medida del nivel de involucramiento de las personas en el diseño del proyecto, la recolección de datos, la interpretación de los datos y su uso (Danielsen *et al.*, 2022).

Del mismo modo que la colecta científica más tradicional, la colecta de datos en el marco de

iniciativas de ciencia ciudadana puede darse de tres posibles maneras: estructurada, semi-estructurada y no estructurada (Kelling *et al.*, 2019). Las iniciativas que colectan datos de manera estructurada son llevadas a cabo por personas especializadas, que implementan un diseño de muestreo y siguen protocolos rigurosos para controlar sesgos. Ejemplos de colectas estructuradas son el censo de aves nidificantes de Estados Unidos (The North American breeding bird survey, BBS) o el esquema de monitoreo de mariposas en Reino Unido (UK Butterfly Monitoring Scheme, UKBMS). Una iniciativa semi-estructurada no implementa una planificación. Sin embargo, sí se registra información sobre la colecta de datos (ej: el esfuerzo de muestreo), lo que permite posteriormente emplear esos datos en determinados análisis debido a la presencia de cierta 'estructura'. Por ejemplo, en la listas completas de eBird se registra la distancia y/o el tiempo recorrido y por eso se pueden inferir la no detección (ausencia) de algunas especies (Sullivan *et al.*, 2014). Por último, en una iniciativa no estructurada se registran observaciones de manera oportunista, que simplemente vinculan una entidad taxonómica a un punto particular en el tiempo y el espacio sin ningún protocolo ni información del muestreo detrás. Un ejemplo de esto es la plataforma iNaturalist. Si bien los datos de muestreos no estructurados pueden ser más difíciles de manejar debido al volumen y la falta de protocolos, pueden llegar a producir resultados precisos y estadísticamente rigurosos (Szabo *et al.*, 2012; Isaac *et al.*, 2014).

iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/>) es una de las plataformas de ciencia ciudadana más reconocidas a nivel mundial. La plataforma busca acercar a las personas a la naturaleza fomentando la participación ciudadana en la recopilación y documentación de datos abiertos sobre la biodiversidad y se basa en el aporte de su comunidad de usuarios para la recolección e identificación de registros a escala global. Desde su lanzamiento en 2008, iNaturalist acumula más de 100 millones de observaciones y alrededor de 350 mil especies registradas. La plataforma permite cargar observaciones de cualquier taxa desde un dispositivo móvil (descargando la aplicación [iNaturalist](#)) o a través de la página web (<https://www.inaturalist.org/>). Cada observación debe incluir: (1) foto o audio del organismo en el momento de la observación, (2) ubicación donde fue observado y (3) fecha y hora del encuentro. Cualquier observación de un organismo silvestre con evidencia (foto o audio), ubicación y fecha, se considera "Verificable". Antes de cargar la observación, la plataforma le sugiere al usuario una identificación generada a través de un algoritmo de inteligencia artificial que tiene en cuenta la similitud visual y el área donde fue registrada. Cuando se carga en la plataforma, si la observación cumple con los parámetros mencionados, se coloca automáticamente en la categoría "Necesita identificación" de modo que el resto de los usuarios puedan aportar sugerencias para su identificación taxonómica. Si dos tercios de los usuarios coinciden en una misma identificación a nivel de especie, la observación puede alcanzar el "Grado de

Investigación”. Las observaciones que no incluyen evidencia, ubicación o fecha, o pertenecen a organismos cautivos o cultivados no califican como “Verificables” y por ende se ubican en la categoría “Casual”. Las observaciones que alcancen el grado de investigación y cuenten con licencias abiertas otorgadas por sus usuarios (dominio público: CC0, atribución: CC BY, o atribución no comercial: CC-BY NC) serán compartidas en GBIF.

iNaturalist cuenta con una red global de 20 sitios locales (Fig. 3) conectados a la plataforma (iNaturalist, 2023; <https://www.inaturalist.org/sites/network>). Cada sitio está administrado a nivel nacional por instituciones locales como: grupos gubernamentales (CONABIO en México y Ministerio de Ambiente en Chile), museos (Luxembourg National Museum of Natural History en Luxemburgo y Goulandris Museum of Natural History en Grecia), universidades (University of Haifa en Israel y National Chiayi University en Taiwán) u organizaciones sin fines de lucro (Fundación Vida Silvestre en Argentina y BioDiversity4all en Portugal). En Uruguay el sitio nacional es NaturalistaUY y está administrado por la organización científica Biodiversidata y la asociación civil JULANA (Jugando en la Naturaleza; <https://julana.org/>).



Figura 3: Red global de iNaturalist conformada por los 20 sitios locales. Extraído de: <https://www.inaturalist.org/sites/network>.

NaturalistaUY fue lanzado en diciembre de 2021 y al día de hoy cuenta con más de 90,000 registros para el país. A nivel mundial, los datos recopilados en iNaturalist han tenido impactos significativos en campos de investigación como la ecología y la conservación, así como en proyectos comunitarios de base local y en la gestión del territorio. Por ejemplo, se han utilizado

datos de iNaturalist para detectar cambios en la época de floración de ciertas especies (Barve *et al.*, 2020), cuantificar la respuesta de distintos organismos frente a la urbanización (Callaghan *et al.*, 2020), describir especies nuevas (Alvarado-Cárdenas *et al.*, 2020) y, en Uruguay, para actualizar la distribución geográfica de vertebrados e invertebrados (Laufer *et al.*, 2020; Hagopíán & Mailhos, 2021) y en el marco de prácticas educativas universitarias (Casco *et al.*, 2023).

A pesar del gran número de beneficios que ofrece la ciencia ciudadana, la toma de datos de manera no sistemática también presenta ciertos desafíos. Isaac *et al.* (2014) identificaron cuatro sesgos principales que afectan a este tipo de datos: (1) la intensidad de registro desigual a lo largo del tiempo, (2) la cobertura espacial dispar, (3) el esfuerzo de muestreo variable y (4) la detectabilidad desigual (es decir, la variación en la capacidad de las personas de detectar especies en un entorno natural). Un tipo de sesgo que ha recibido menos atención es el sesgo de los usuarios y sus preferencias a la hora de registrar. iNaturalist abarca una amplia gama de usuarios, desde expertos en taxonomía hasta entusiastas principiantes. En base a su experiencia, conocimiento y sus intereses en general, cada usuario puede tener distintas preferencias a la hora de cargar registros (Larrick *et al.*, 2007; Callaghan *et al.*, 2022a). Por ejemplo, en base al grupo que observa (aves, plantas), la visibilidad del organismo (color, tamaño) o la abundancia/rareza de la especie en el lugar. Estas preferencias pueden moldear la información disponible para una región o país. En el caso de Uruguay, los datos disponibles en NaturalistaUY representan una de las fuentes de información más importante en la actualidad (Grattarola *et al.*, 2020a). Si bien iNaturalist ha demostrado ser de gran utilidad para monitorear la biodiversidad en distintos países, es importante cuantificar y documentar los niveles de sesgos que presenta para maximizar el potencial de la plataforma como una herramienta para mejorar el conocimiento sobre la biodiversidad en Uruguay y contribuir a su conservación.

En este contexto, el presente trabajo se propone analizar los datos actuales de NaturalistaUY, con el fin de evaluar la cobertura general de los datos en términos espaciales, temporales y taxonómicos, así como identificar las preferencias de los usuarios al registrar, para comprender los posibles sesgos asociados a esta información.

Objetivos

Objetivo general:

Evaluar el potencial de la plataforma NaturalistaUY para el aporte y mejora del conocimiento sobre la biodiversidad de Uruguay.

Objetivos específicos:

1. Examinar las contribuciones de NaturalistaUY al conocimiento disponible sobre la biodiversidad en el país.
2. Evaluar la cobertura taxonómica, espacial y temporal de los registros disponibles en la plataforma para Uruguay.
3. Cuantificar el nivel de sesgos de los datos en NaturalistaUY dadas las preferencias de observación de los usuarios según su nivel de experiencia en la plataforma.

Materiales y Métodos

Descarga y análisis de datos

Se descargaron todas las observaciones dentro de la plataforma con fecha anterior al 28/10/2022 (véase [Anexo 1](#) para ver las opciones de descarga seleccionadas). Los datos fueron importados al programa Rstudio (*R Core Team, 2023*) para su análisis y manipulación por diferentes paquetes (Tabla 1). El análisis de los datos se dividió en tres ejes (Fig. 4). Primero se cuantificaron las observaciones en la plataforma teniendo en cuenta la totalidad de los datos descargados. Segundo, se evaluó la cobertura espacial, temporal y taxonómica de los datos considerando sólo observaciones con grado de investigación. Por último, para evaluar si los usuarios tienen preferencias por registrar ciertos tipos de especies, se seleccionaron las observaciones con grado de investigación de los grupos taxonómicos con más registros (tetrápodos y dicotiledóneas) y se caracterizaron las especies en base a atributos (distribución, tamaño/hábito de crecimiento y estado de conservación). Para esto también se dividió a los usuarios de la plataforma en distintas categorías según su experiencia. El código para el análisis, junto a los datos y figuras está disponible en el repositorio abierto de GitHub: <https://github.com/Rodrigo-Montiel/TesisNaturalistaUY>.

Tabla 1: Paquetes de R utilizados en este trabajo. Varios de los paquetes (*readr*, *dyplr*, *stringr*, *ggplot2* y *lubridate*) se pueden cargar conjuntamente instalando el paquete *tidyverse*.

Nombre	Utilidad	Versión
readr	Cargado y lectura datos	2.1.2
dyplr	Manipulación de datos	1.0.9
stringr	Manipulación de secuencias	1.5.0
ggplot2	Visualización de datos mediante gráficas	3.3.6
lubridate	Manipulación de fechas	1.8.0
patchwork	Reordenamiento visual de gráficas	1.1.2
sf	Manipulación de datos con características geográficas	1.0.8
geouy	Descarga de datos espaciales de Uruguay	0.2.7
stargazer	Visualización de modelos estadísticos con tablas	5.2.3

Análisis de las observaciones de NaturalistaUY

Para la totalidad de los datos descargados de la plataforma se contabilizó el número de observaciones y el número de especies registradas por cada Reino (*Tabla de contribuciones*,

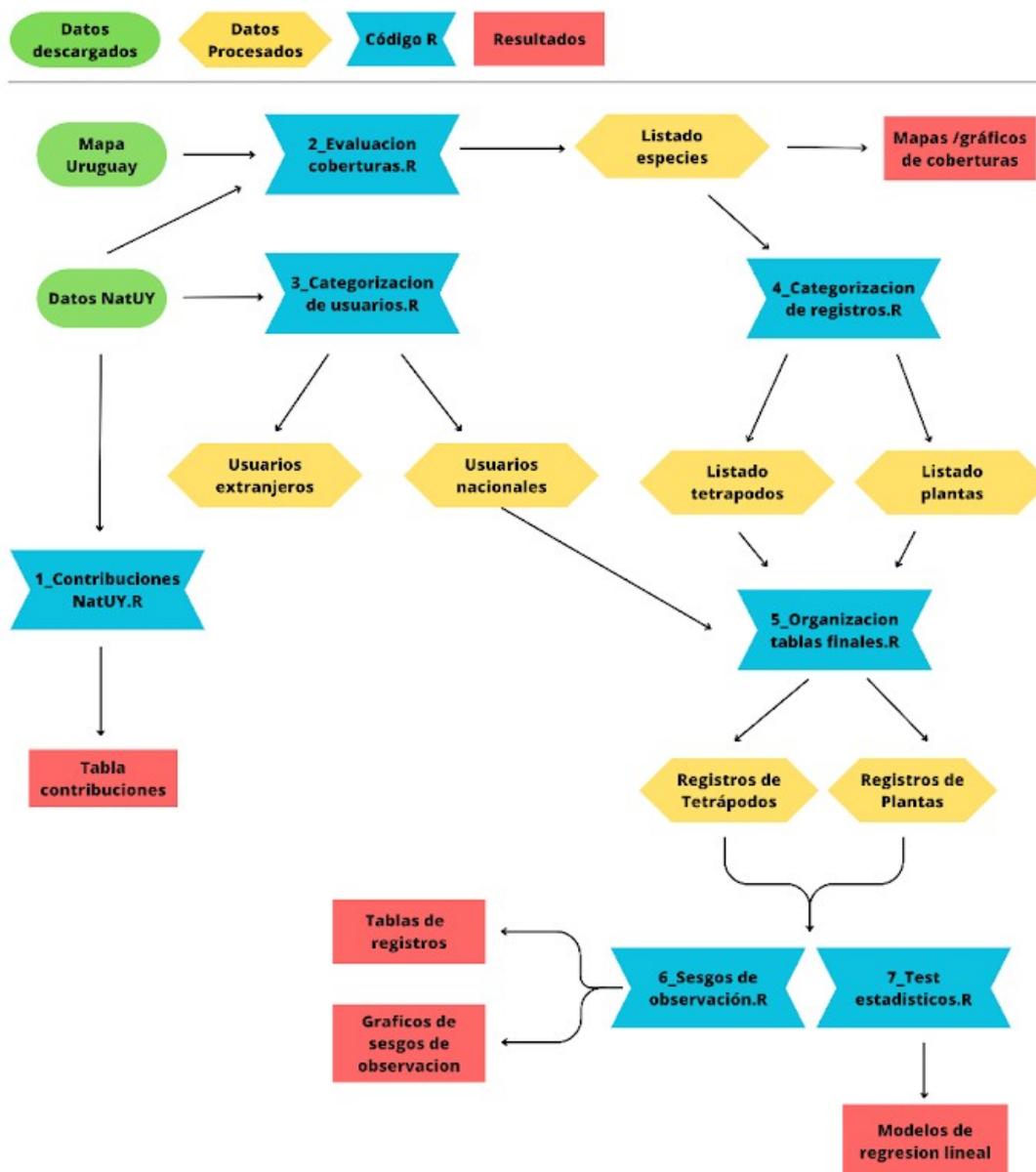


Figura 4: Diagrama de flujo del trabajo realizado. Los bloques de color verde representan los datos descargados que se usaron para correr los códigos de R (bloques de color azul). Los códigos contienen las instrucciones necesarias para procesar y analizar los datos. A partir de los códigos se obtienen dos tipos de resultados: por un lado, los datos procesados (bloques de color amarillo) que son el resultado de aplicar transformaciones, filtrados u otras operaciones a los datos originales y pueden servir como entradas para nuevos análisis o como datos de salida; y por otro lado, los resultados obtenidos de los distintos análisis (bloques de color rojo). Estos resultados pueden incluir gráficos, tablas, métricas u otro tipo de información. El flujo de trabajo, los datos y códigos están disponibles abiertamente en: <https://github.com/Rodrigo-Montiel/TesisNaturalistaUY>

Fig. 4). A su vez, se obtuvo el porcentaje de observaciones con grado de investigación y de aquellas que necesitaban identificación. Se utilizó la función *filter* del paquete *dyplr* para descartar los registros que no contaban con información del Reino.

Análisis de la cobertura espacial, temporal y taxonómica de los datos

Para analizar la cobertura de los datos se seleccionaron aquellas observaciones que tuviesen grado de investigación y pertenecieran a los reinos Plantae, Animalia o Fungi (conformando el *Listado Especies*, Fig. 4). Elegir sólo las observaciones con grado de investigación aseguró, entre otras cosas, trabajar con datos geolocalizados de especies silvestres e identificadas a nivel de especie. Los reinos Chromista, Protozoa y Bacteria fueron descartados debido a la poca cantidad de observaciones que presentaban. Para la cobertura espacial, además de los datos de NaturalistaUY se utilizó un mapa de Uruguay cargado mediante el paquete *geouy*. Se dividió dicho mapa mediante una grilla hexagonal, con celdas de 25 km². Para cada celda se calculó la cantidad total de registros y la cantidad de especies registradas. Para el análisis de cobertura temporal se tomaron en cuenta los registros con fecha de observación posterior al año 2010 debido a la escasa cantidad de observaciones previo a dicha fecha (n=344). Además, se analizó la actividad de la plataforma en base a los cuatrimestres del año para evaluar en qué estación se observaba la mayor actividad de usuarios en base a los registros cargados. Para analizar la cobertura taxonómica se tomaron en cuenta todas las observaciones, se agruparon los registros por Clase y se contó la cantidad de observaciones para cada una, seleccionando finalmente las diez clases con más observaciones.

Análisis de las preferencias de los usuarios

Grupos de estudio

Se seleccionaron las especies de los principales grupos de animales y plantas registrados en la plataforma, Chordata y Tracheophyta, para estudiar si la experiencia de los usuarios en la plataforma determinaba qué tipo de especies registraban (ej: especies raras, chicas o en peligro). Para el caso de Chordata se eligieron las clases Aves, Mammalia, Reptilia y Anfibia (tetrápodos); mientras que para Tracheophyta se eligieron las familias Asteraceae, Fabaceae, Cactácea y Solanaceae (dicotiledóneas). La elección de estos grupos se basó, tanto en la cantidad de registros en la plataforma como en la disponibilidad de información sobre estos grupos en Uruguay. El reino Fungi fue descartado debido a la dificultad para conseguir suficiente información bibliográfica para la caracterización de las especies. Para este análisis se tuvieron en cuenta únicamente registros a nivel de especie, evitando así las observaciones registradas a niveles superiores como género o inferiores como subespecie. Luego, se realizó

una búsqueda bibliográfica para identificar los siguientes atributos de cada especie: distribución, estado de conservación y tamaño o hábito de crecimiento dependiendo si era un animal o una planta (Tabla 2). Los valores de la distribución se obtuvieron consultando literatura especializada. En el caso de los tetrápodos se consultó la Guía Completa Para Conocer Aves del Uruguay (Rocha, 2015), la Guía de Mamíferos de Uruguay (González & Martínez-Lanfranco, 2010), la Guía de Anfibios (Maneyro & Carreira, 2012) y la Guía de Reptiles del Uruguay (Maneyro & Carreira, 2013). Para las plantas se consultó en la web la base de datos del Instituto Argentino de Botánica Darwinion (Zuloaga *et al.*, 2019; darwin.edu.ar/proyectos/floraargentina/fa.htm). De esta misma base de datos se obtuvieron también los hábitos de crecimiento de las plantas. En cuanto al tamaño de los tetrápodos, se utilizaron las medidas definidas en las distintas guías consultadas. En el caso de las aves, el tamaño obtenido de la guía expresaba la longitud del ave en la postura más habitual observada en la naturaleza. Para mamíferos y reptiles el tamaño obtenido fue el largo total, tomado desde la punta del hocico hasta la punta de la cola con el animal extendido totalmente sobre su columna vertebral, sin tomar en cuenta los pelos que puedan sobrepasar la última vértebra. Para anfibios la guía de Maneyro y Carreira (2013) no contaba con las medidas corporales, por lo que se utilizó la base de datos de AmphiBio (Oliveira *et al.*, 2017), que proporcionaba el tamaño máximo del cuerpo adulto. Para los anuros el tamaño del cuerpo se informa como la longitud desde el hocico hasta la cloaca, mientras que en Gymnophiona y Caudata, el tamaño corporal se informa como la longitud total. El estado de conservación (EC) a nivel global se obtuvo de la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2022). Por último, a las características cuantitativas (largo y distribución) se les asignó un rango cualitativo (Tabla 2), a modo de hacer los datos comparables entre grupos y facilitar su visualización.

Tabla 2: Atributos asignados a las especies de tetrápodos y dicotiledóneas para la evaluación de las preferencias de los usuarios. Todos los atributos toman un valor cualitativo, mientras que, distribución y tamaño también toman valores cuantitativos. Se detallan los valores que toma cada atributo en la columna de criterio.

Atributo	Valor cuantitativo	Valor cualitativo	Criterio
Distribución	Número de departamentos en los que hay registros de la especie	Baja	Presente en 5 departamentos o menos
		Media	Presente en entre 6 y 16 departamentos
		Amplia	Presente en 17 departamentos o más
Tamaño	Promedio del largo	Grande	-MAMÍFEROS >= 200 cm

(Tetrápodos)	corporal de la especie en centímetros		-AVES >= 50 cm -REPTILES >= 100 cm -ANFIBIOS >= 10 cm
		Mediano	-MAMÍFEROS >= 50 cm -AVES >= 20 cm -REPTILES >= 50 cm -ANFIBIOS >= 5 cm
		Pequeño	-MAMÍFEROS < 50 cm -AVES < 20 cm -REPTILES < 50 cm -ANFIBIOS < 5 cm
Hábito de crecimiento (Plantas)		-Árbol -Arbusto -Enredadera -Hierba -Liana -Subarbusto	Aspecto del cuerpo de la planta. Obtenido de Darwinion.
Estado de conservación Global		-Preocupación menor (LC) -Casi amenazada (NT) -Vulnerable (VU) -En peligro (EN) -En peligro crítico (CR) -No evaluado (NE) -Datos insuficientes (DD)	Clasificación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).

Dado que se encontraron 12 especies de tetrápodos y 40 especies de dicotiledóneas catalogadas como introducidas o domésticas/cultivadas (ej: perro, caballo, tabaco), la base de datos fue nuevamente filtrada para descartarlas. Otras 72 especies (25 tetrápodos y 47 dicotiledóneas) no se encontraron en las guías consultadas (véase [Anexo 2](#) para las especies que fueron revisadas manualmente). Estas especies se sometieron a una búsqueda adicional en bases de datos globales, como GBIF y POWO (Plants of the World Online; <https://powo.science.kew.org>), para confirmar su presencia en Uruguay y para verificar que no estuvieran catalogadas bajo otros nombres (sinonimia) o que la bibliografía consultada estuviera desactualizada. En el caso de encontrarse con otro nombre (Ej: *Heteroxolmis dominicana* se encontró como *Xolmis dominicanus*), se volvió a consultar la bibliografía para obtener la información de los atributos. En el caso de constatar que la especie estaba presente en el país pero no en la bibliografía, se consiguió la información de los atributos (distribución, tamaño o hábito de crecimiento y estado de conservación) de las bases de datos globales consultadas. En la mayoría de estos casos la distribución por departamentos no estaba detallada, por lo que se le asignó una distribución de "1" (vista únicamente en 1 departamento).

Aquellas especies para las que no se pudo comprobar registros previos en Uruguay también se le asignó una distribución igual a “1” y fueron consideradas como “observaciones novedosas”.

Categorización de usuarios en la plataforma

Se dividió a todos los usuarios de la plataforma en cuatro categorías: “experimentado”, “intermedio”, “principiante” y “visitante” (Tabla 3). Para cada usuario se calculó la *cantidad de registros* cargados en la plataforma, el *tiempo activo* en la plataforma (tomando las fechas del primer y último registro cargados) y la *cantidad de registros por tiempo* (la cantidad total de registros cargados dividido el tiempo activo). La división de los usuarios en las distintas categorías se realizó en base a una combinación de criterios entre estos tres valores (Tabla 3). Cabe aclarar que el nivel de “experiencia” hace referencia a la experiencia que tiene el usuario utilizando la plataforma y no a su nivel de experiencia taxonómica, formación académica o experiencia en muestreo de campo. Los términos *experimentado* y *principiante* son un reflejo de la actividad de cada usuario dentro de la plataforma. La presencia de usuarios extranjeros registrando en Uruguay representó un desafío. Un usuario extranjero podía tener más de 1000 registros en su perfil pero solo unos pocos dentro del territorio uruguayo, lo que haría que nuestro procedimiento lo clasifique como “principiante” sin serlo. Para corregir esto se consideró la cantidad de observaciones globales de cada usuario en la plataforma (iNaturalist), para luego contrastar con las observaciones locales en NaturalistaUY. Si dicha proporción era mayor al 30%, se le consideró como un usuario uruguayo, de lo contrario se le consideró extranjero y se le asignó la categoría “visitante”, descartándolos del análisis final.

Tabla 3: Criterios utilizados para la categorización de los usuarios en NaturalistaUY.

Categoría de Usuario	Criterio
Experimentado	1000 registros o más, lleva activo más de un año en la plataforma y su relación registros x tiempo es mayor o igual a 0.6.
Intermedio	Menos de 1000 registros pero más de 50, lleva activo en la plataforma más de 3 meses y su relación registros x tiempo es mayor a 0.2.
Principiante	Menos de 50 registros y menos de 3 meses activo en la plataforma.
Visitante	El porcentaje de registros para Uruguay es menor al 30% de sus registros totales.

Para corroborar que los criterios elegidos para categorizar a los usuarios fueran los adecuados, se realizaron encuestas a usuarios al azar dentro de cada categoría (exceptuando los

visitantes). La encuesta ([Anexo 3](#)) además, buscó indagar si los usuarios tenían formación relacionada con temáticas de biodiversidad y la frecuencia con la que salían a la naturaleza.

Análisis estadísticos

Se llevaron a cabo modelos de regresión lineal para analizar si la categoría del usuario (variable dependiente) estaba determinada por los distintos atributos (variable independiente) que registra. Dicho de otra forma, se analizó si registrar ciertas especies (y por tanto ciertos atributos) está asociado con el nivel de experiencia del usuario. Por ejemplo: registrar especies de tamaño pequeño o especies en peligro de conservación está relacionado con ser un usuario experimentado (Callaghan et al., 2022a).

Los modelos de regresión lineal asumen que la relación formal entre dos variables es lineal ($y = \alpha + \beta \cdot x$) y por tanto el cambio en la variable dependiente es proporcional al cambio en las variables independientes. En nuestro caso y es la categoría de usuario a explicar y x el atributo de la especie a evaluar:

$$\text{Categoría de usuario} = \alpha + \beta \cdot \text{atributo}$$

En R se utilizó la función `lm()` para ajustar los modelos lineales (Paladino, 2017). En total se realizaron ocho modelos, uno por cada uno de los atributos en tetrápodos y dicotiledóneas y dos más considerando todos los atributos en conjunto para cada grupo. Para evaluar el ajuste de cada modelo se evaluaron los p valor, los coeficientes de regresión (β) y el coeficiente de determinación (R^2). El p valor es la probabilidad de que el resultado calculado sea posible dada la hipótesis nula, mientras que el coeficiente de regresión representa cuánto cambia la variable dependiente por unidad de cambio en la variable independiente. El coeficiente de determinación es el porcentaje de la varianza de la variable dependiente que explica el modelo (cuanto mayor sea el R^2 , mayor será la variabilidad explicada por el modelo de regresión lineal). En base a estudios previos (Larrick et al., 2007; Mesaglio & Callaghan, 2021; Bowler et al., 2022; Callaghan et al., 2022a), se formuló la hipótesis de que existe una relación entre la categoría de usuario y los atributos de las especies que registran (Tabla 4). Es decir, que los usuarios con mayor experiencia tienden a registrar especies menos visibles (tamaño o porte), raras y en peligro, mientras que los usuarios principiantes registran especies de mayor tamaño o porte, con amplia distribución y no amenazadas. Nuestra hipótesis nula (H_0) supone que no existe una relación entre la variable dependiente y las variables independientes.

Tabla 4: Variables independientes (explicativas) y variable dependiente (de respuesta) que fueron analizadas en los modelos de regresiones lineales. Se muestra un ejemplo de lo que se espera que los usuarios principiantes y experimentados registren en base a la hipótesis planteada.

Variables independientes	Variable dependiente (Categoría de usuario)	
	Principiante	Experimentado
Distribución	Amplia	Raros
Tamaño (animales)	Grandes	Pequeños
Hábito de crecimiento (plantas)	Árboles (más visibles)	Hierbas/arbustos (menos visibles)
Estado de Conservación	No amenazados	Amenazados

Resultados

Contribuciones en NaturalistaUY

Al 27 de octubre del 2022, NaturalistaUY contaba con 59548 observaciones verificables cargadas por 1963 usuarios, de las cuales 40514 habían alcanzado el grado de investigación. En total, la plataforma contaba con 4185 especies registradas para Uruguay (Tabla 5). Esto hace a NaturalistaUY la segunda fuente multi-taxa con mayor cantidad de observaciones del Uruguay, luego de Biodiversidata (Grattarola *et al.*, 2019, 2020a).

Tabla 5: Observaciones verificables en NaturalistaUY hasta el 27/10/2022. Por Reino se muestran la cantidad de observaciones totales, el porcentaje de estas que alcanzaron grado de investigación (GI), el porcentaje que necesitan identificación (ID) y la cantidad de especies registradas. En la categoría “Otros” se agrupan los reinos Chromista, Protozoa y Bacteria.

Reino	N° de observaciones	Observaciones con GI (%)	Observaciones que necesitan ID (%)	N° de especies
Animalia	25818	93.4	6.6	2114
Plantae	18110	84.9	15.1	1912
Fungi	555	45.6	54.4	149
Otros	15	46.7	53.3	10

Cobertura de los datos

Cobertura espacial

La mayoría de observaciones con grado de investigación se concentraron sobre la costa del país (Fig. 5a). La riqueza de especies registradas seguía el mismo patrón de distribución espacial (Fig. 5b), coincidiendo en que en áreas donde hay mayor número de observaciones también se documentaron el mayor número de especies. Maldonado fue el departamento donde se registró la mayor actividad de la plataforma, contando con 8244 registros y 1564 especies registradas. Le siguieron Rocha (6129 registros y 1347 especies) y Canelones (4643 registros y 1272 especies). Montevideo fue el cuarto departamento con mayor cantidad de registros con 3710, sin embargo, al analizar la riqueza de especies, el departamento de Río Negro ocupaba el cuarto lugar con 1036 especies. Todas las grillas del país contaban con al menos un registro en NaturalistaUY.

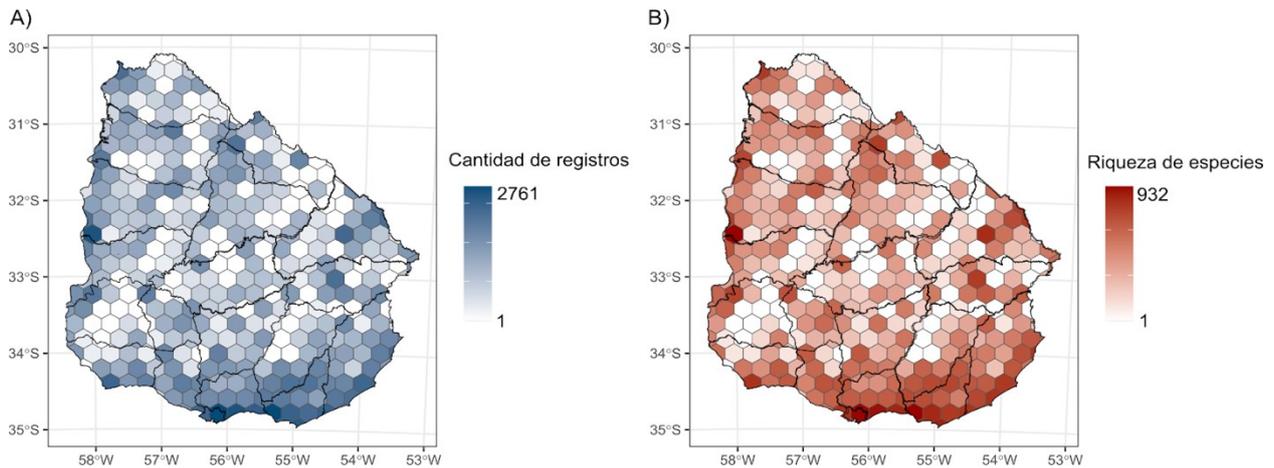


Figura 5: Mapa de la cantidad de registros (A) y riqueza de especies (B) en NaturalistaUY. La grilla divide el país en hexágonos de 25 km². Sólo se tuvieron en cuenta aquellas observaciones que alcanzaron el grado de investigación.

Cobertura temporal

La primera observación en iNaturalist para Uruguay fue cargada en 2011, aunque es a partir del 2015 que la actividad en la plataforma comienza a crecer, duplicando su actividad año a año (Fig. 6A). Si bien NaturalistaUY fue lanzado en 2021, siempre fue posible utilizar el sitio global, por lo que la plataforma ya contaba con usuarios activos desde antes. Las estaciones del año donde se registró una mayor actividad son primavera y verano (31.7 % y 31.6% de los registros respectivamente), seguidas por otoño (20.5%) e invierno (16.2%) (Fig. 6B).

El Reino Animalia fue el predominante en los primeros cinco años (2011 a 2016), con los registros de Plantae y Fungi aumentando a partir del año 2017 (Fig. 7). Se observó un crecimiento sostenido en los registros de cada Reino con el paso de los años, con uno o dos grupos taxonómicos que potenciaron dicho aumento. El crecimiento de Animalia se debió principalmente al aumento de las observaciones de cordados y artrópodos (Fig. 7A), con Aves e Insecta como las clases con más registros (Fig. 7-A4 y 7-A6). En el Reino Plantae (Fig. 7B), el aumento de observaciones se debió a la clase Magnoliopsida del filo Tracheophyta (Fig. 7-B2). Si bien en Fungi también hubo un crecimiento en los registros de Basidiomycota (Fig. 7C), la cantidad de estos es mínima comparada con Animalia y Plantae.

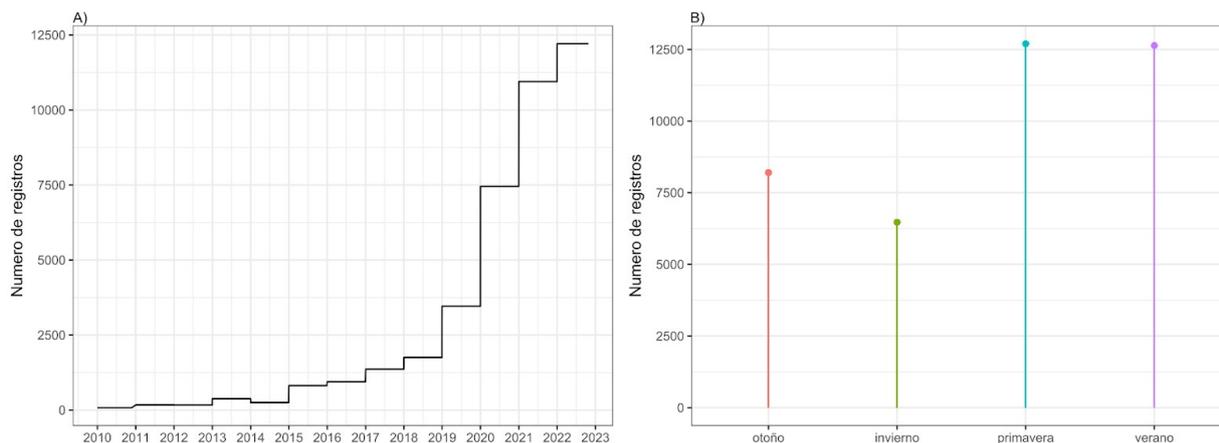


Figura 6: Número de registros de NaturalistaUY entre 2010 y 2022 por año (A) y por estaciones (B). Sólo se tuvieron en cuenta aquellas observaciones que alcanzaron el grado de investigación.

Cobertura taxonómica

Los filos con más observaciones con grado de investigación fueron Chordata (n=16102), Tracheophyta (n=15344) y Arthropoda (n=7381), seguidos de Mollusca (n=465) y Basidiomycota (n=243). En cuanto a las clases, Aves y Dicotiledóneas (Magnoliopsida) fueron las más registradas por amplia diferencia (Fig. 8), proporcionando la mayoría de los registros de sus correspondientes Filos (77.2% de los registros de Chordata y 80.9% de los registros de Tracheophyta respectivamente). Insecta por su parte, representó el 74.8% de los registros de Arthropoda y Gastropoda el 73.3% de Mollusca. Si bien Basidiomycota se encontraba entre los cinco Filos más registrados, a la hora de centrarnos en las clases no se encontró ningún representante del Reino Fungi dentro de las 10 clases más registradas. Los Agaricomycetes ocupaban el onceavo lugar con 240 registros. Pese a la poca cantidad de registros, estos representaban el 98.7% de los registros de Basidiomycota y el 94.8% de los registros del Reino Fungi en total.

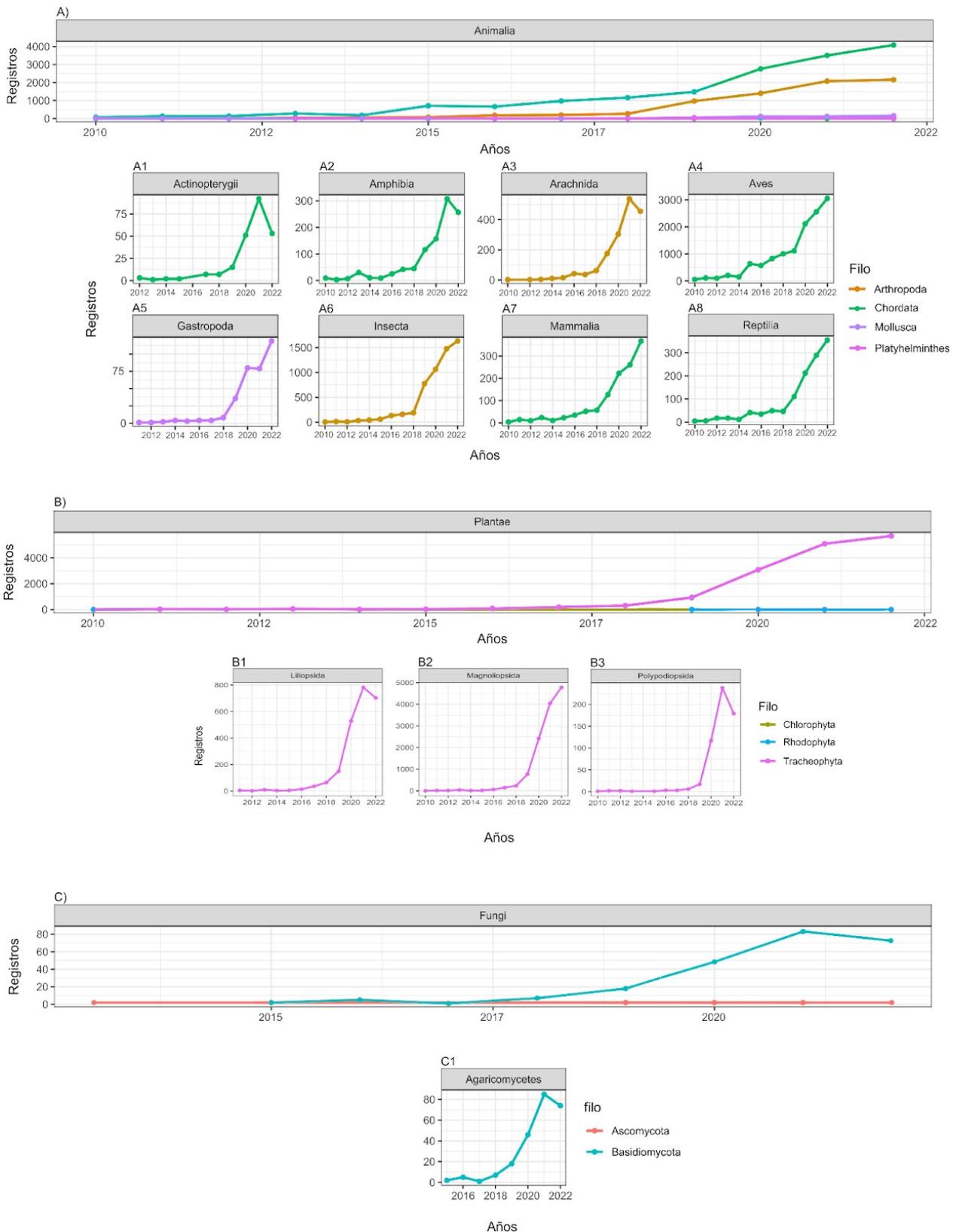


Figura 7: Observaciones en NaturalistaUY entre 2010 y 2022 para los reinos Animalia (A), Plantae (B) y Fungi (C). Para cada Reino se muestran las Clases con mayor actividad y la escala de colores representa el Filo al que pertenecen. Sólo se tuvieron en cuenta aquellas observaciones con grado de investigación (identificadas a nivel de especie) cargadas hasta el 27/10/2022.

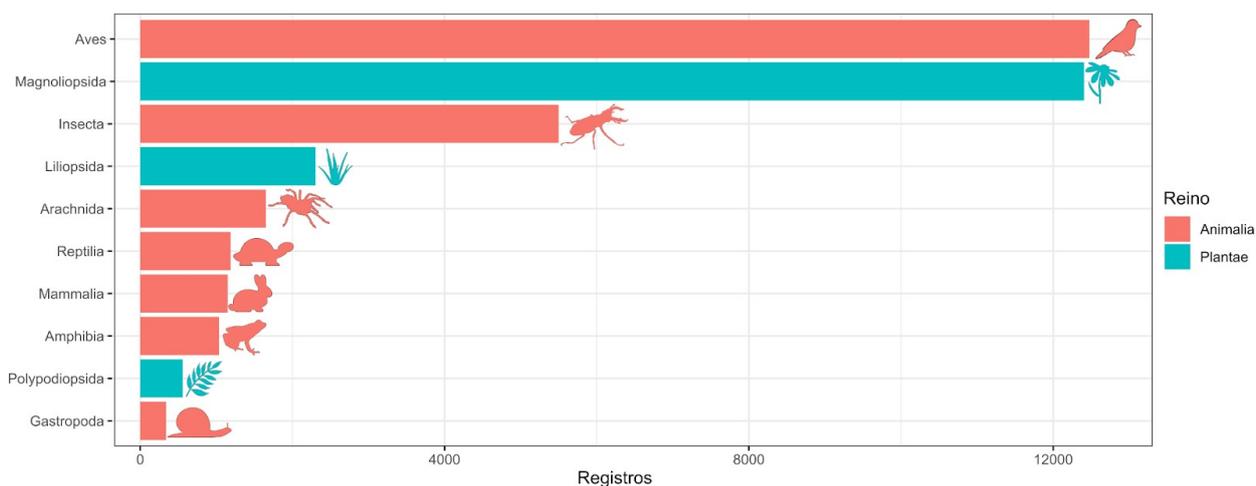


Figura 8: 10 Clases más registradas en la plataforma para Uruguay hasta 27/10/2022. Sólo se tomaron en cuenta aquellos registros que alcanzaron el grado de investigación (identificados a nivel de especies). Los iconos fueron extraídos de www.phylopic.org/.

Categorización de los usuarios

Del total de 1963 usuarios, 536 fueron considerados “visitantes”, representando 27.3% del total y descartados del resto de los análisis. De los 1427 usuarios nacionales, siguiendo nuestra categorización según su experiencia en la plataforma, 67.7% se agruparon en la categoría “principiante”, 4.5% en “intermedios”, y por último 0.5% en “experimentados” (Tabla 6). Del total de observaciones, la mayoría fueron tomadas por los usuarios intermedios (54.8%) (Tabla 6).

Tabla 6: Cantidad de usuarios que conforman cada categoría y número de registros que cargaron. Se incluye entre paréntesis la proporción que cada valor representa respecto al total.

Categoría de usuario	Cantidad de usuarios (%)	N° de observaciones (%)
Experimentado	10 (0.5%)	17873 (29.9%)
Intermedio	88 (4.5%)	25125 (42.1%)
Principiante	1329 (67.7%)	11199 (18.8%)
Visitantes	536 (27.3 %)	5412 (9.1%)

La encuesta fue respondida por 84 usuarios (5 experimentados, 36 intermedios y 43 principiantes). La mayoría de los usuarios, independientemente de su categoría, respondieron contar con formación relacionada con temáticas de biodiversidad (desde formación académica a nivel terciario, hasta especializaciones o cursos cortos) (Fig. 9). A su vez, la mayoría de los usuarios encuestados señalaron tener una alta afinidad por la naturaleza (Fig. 10A) y salir a registrar una vez a la semana (Fig 10B). Sin embargo, los usuarios experimentados son los que

lo hacen con más frecuencia, saliendo como mínimo cada 3 meses. Por el contrario, el 16% de los principiantes señaló que sólo sale a registrar en vacaciones o una vez al año.

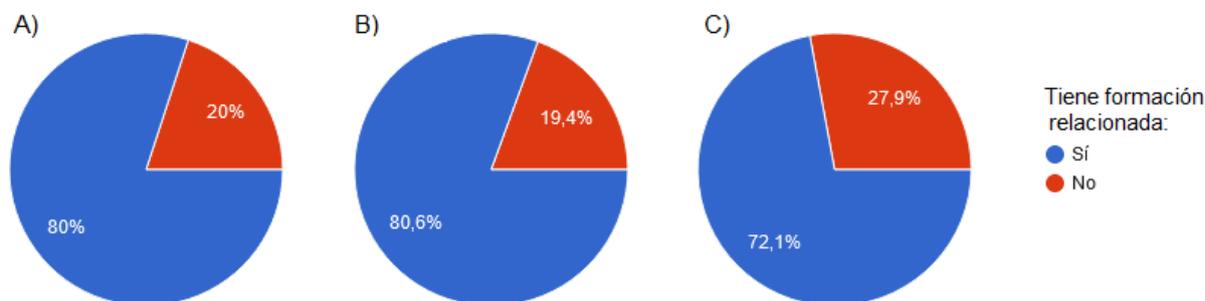


Figura 9: Relación entre los usuarios encuestados de la plataforma que tienen formación en temáticas de biodiversidad (azul) y los que no tienen formación (rojo) para las categorías de experimentado (A), intermedio (B) y principiante (C).

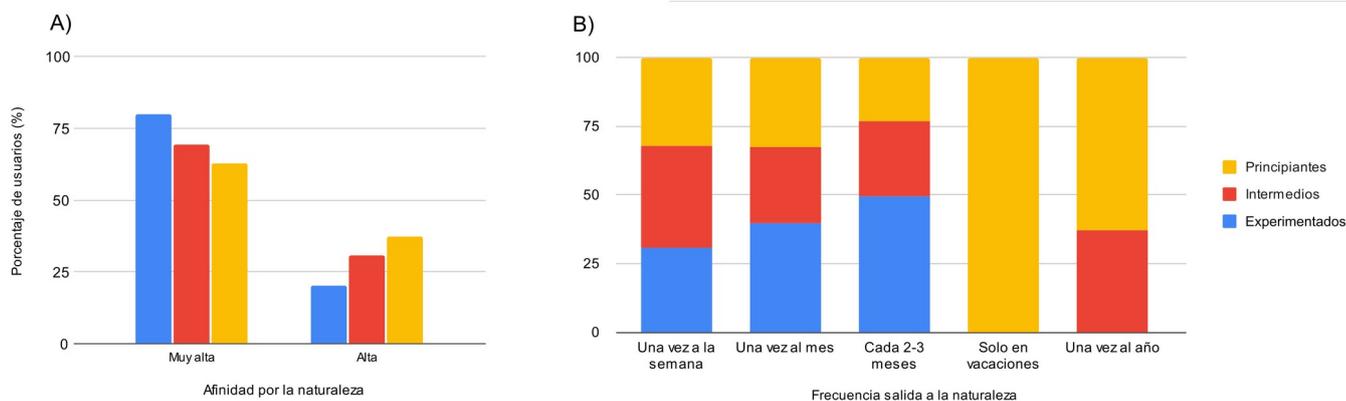


Figura 10: Afinidad por la naturaleza (A) y frecuencia de salida (B) de los usuarios encuestados por categoría.

La mayor diferencia que se encontró fue en relación con el uso de la tecnología y los dispositivos para registrar (Fig. 11). La categoría de experimentados fue la que tuvo un mayor porcentaje de usuarios que respondieron tener una alta afinidad por la tecnología (80%) (Fig. 11A). Aún así, ninguno de los participantes señaló que tuviese dificultades a la hora de manejar la aplicación (considerando esto baja afinidad por la tecnología). El dispositivo principal para registrar por los tres grupos fue el celular (Fig. 11B). Los usuarios intermedios fueron el grupo que más utiliza este dispositivo, mientras que la mayoría de los usuarios experimentados señalaron utilizar, además del celular, otros dispositivos de registro como cámaras profesionales o cámaras trampa.

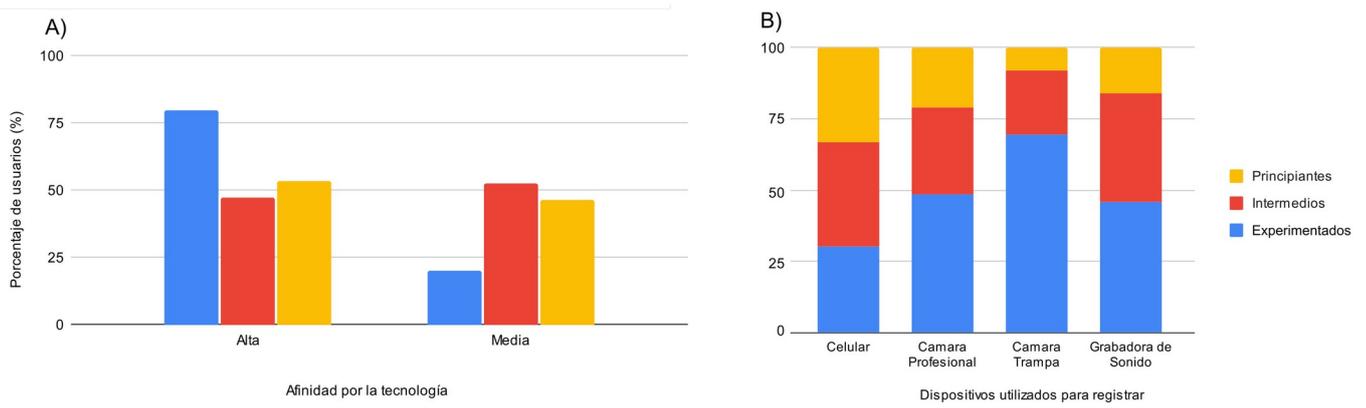


Figura 11: Afinidad por la tecnología (A) y preferencias en el uso de dispositivos para registrar observaciones de los usuarios encuestados por categoría.

En cuanto a preferencias por taxones particulares, los usuarios mostraron tener una mayor afinidad por las aves, los insectos y las plantas (Fig. 12). Aves es el grupo que la mayoría de experimentados y principiantes marcaron como predilecto. Insectos también fue señalado como grupo favorito por la mayoría de los experimentados, mientras que los usuarios intermedios mostraron una mayor predilección hacia las plantas.

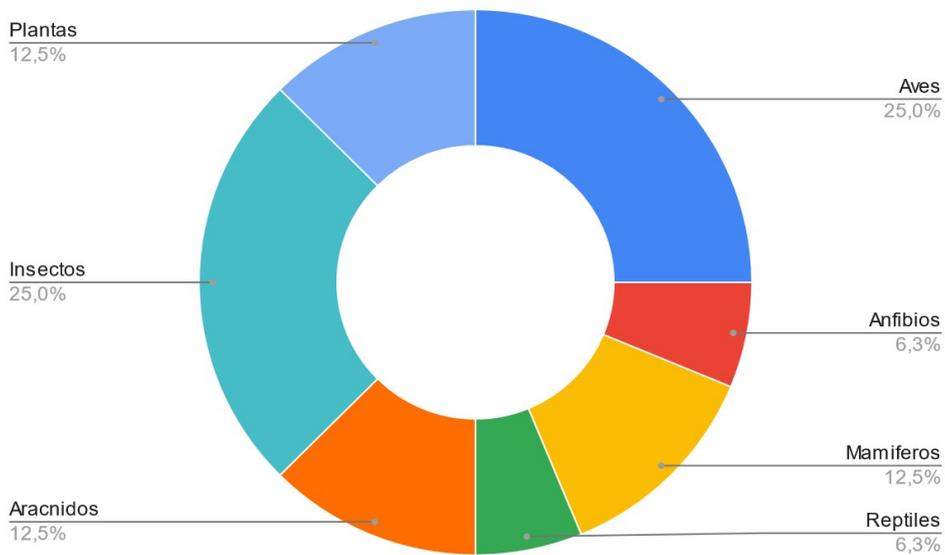


Fig 12: Preferencias a la hora de registrar grupos taxonómicos de los usuarios encuestados

Preferencias al registrar Tetrápodos

La mayoría de los usuarios mostraron una tendencia a registrar especies con una distribución amplia (81.6%), siendo estas las que están presentes en entre 17 y 19 departamentos (Fig. 13a). Las especies con distribución media (6 a 16 departamentos) y baja (5 o menos departamentos) representaron el 13.5% y 4.9% de los registros respectivamente. En cuanto al tamaño, la mayoría de los usuarios registraron especies de tamaño medio (43.5%) o chico (38%) sobre los grandes (18.5%) (Fig. 13b). Por último, el estado de conservación de *preocupación menor* (LC) fue el más registrado por amplia diferencia, constituyendo el 89.6% de los registros (Fig. 13c). Los estados *casi amenazada* (NT), *vulnerable* (VU), *en peligro* (EN) y *en peligro crítico* (CR) representaron en conjunto un 5.2% de los registros, mientras que los *no evaluado* (NE) y *datos insuficientes* (DD) son el otro 5.2%.

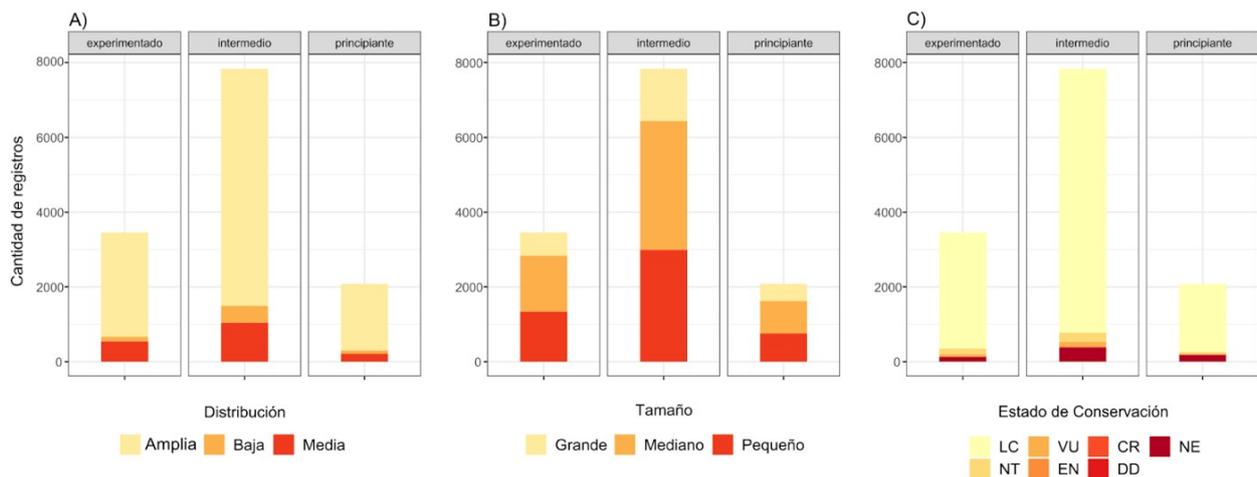


Figura 13: Preferencias de los usuarios en el registro de los atributos asignados a tetrápodos: distribución (a), tamaño (b) y estado de conservación (c). Sólo se tuvieron en cuenta aquellos registros pertenecientes a las clases Amphibia, Aves, Mammalia y Reptilia que tuviesen grado de investigación.

Los modelos de regresión lineal (Tabla 7) mostraron que la distribución de las especies registradas fue el único atributo significativo a la hora de explicar la categoría del usuario en el registro de tetrápodos (modelo 1, $\beta=0.924 \pm 0.255$, $p < 0.01$). Esto implica que por cada unidad de incremento en la distribución registrada, la categoría del usuario aumentaría 0.924 en la escala de usuarios (es decir casi 1 nivel en la escala). Sin embargo, el coeficiente de determinación (R^2), que se interpreta como el porcentaje de la varianza de la variable categoría de usuario que explica el modelo, fue notablemente bajo ($R^2 = 0.001$). Es decir, que el modelo no es bueno en explicar la variabilidad encontrada en los datos, lo que indicaría que este atributo por sí sólo no explica la categoría del usuario.

Tabla 7: Relación entre la categoría de usuario y los atributos de Tetrápodos considerados. Para cada relación de variables se muestra el coeficiente de regresión (β) y el error estándar entre paréntesis. Para cada modelo se presentan los coeficientes de determinación (R²) y el F Estadístico. Los modelos muestran las siguientes relaciones: Modelo 1 = Categoría de usuario ~ distribución; Modelo 2 = Categoría de usuario ~ Tamaño; Modelo 3 = Categoría de usuario ~ Estado de conservación (EC) y Modelo 4 = Categoría de usuario ~ todos los atributos.

Variable independiente	Variable dependiente			
	Categoría de usuario			
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Distribución	0.930***(0.255)			0.869*** (0.274)
Tamaño		0.025 (0.019)		0.020 (0.020)
EC datos insuficientes			-45.500 (162.696)	-30.832 (162.709)
EC en peligro			-43.433 (97.013)	-35.105 (97.017)
EC preocupación menor			-5.623 (93.820)	-5.013 (93.794)
EC no evaluado			26.257 (94.069)	25.868 (93.919)
EC casi amenazada			-20.284 (94.148)	-14.930 (94.012)
EC vulnerable			-0.931 (94.349)	6.991(94.230)
R ²	0.001	0.0001	0.003	0.004
F Estadístico	13.314***	1.685	7.806***	7.180***
Nota de significancia: * = p<0.1; ** = p<0.05; *** = p<0.01				

Preferencias al registrar Dicotiledóneas

La mayoría de las especies registradas por los usuarios presentaron una distribución media (56,4%), mientras que a diferencia de los tetrápodos, la distribución amplia fue la menos registrada (1,9%) (Fig. 14A). En cuanto a los hábitos de crecimiento (Fig. 14B), los usuarios mostraron una tendencia hacia las hierbas, siendo este hábito el más registrado (59.9%). Los arbustos y subarbustos le siguen (19.9% y 11.2% respectivamente), mientras que las enredaderas y las lianas fueron el hábito de crecimiento menos registrado, conformando un 1.5% de los registros entre ambos. El estado de conservación más registrado resultó ser el *no evaluado* (NE) (74.8%), seguido por *preocupación menor* (LC) (21,3%). El resto de estados de conservación compusieron el 3,9% de la totalidad de las observaciones (Fig. 14C).

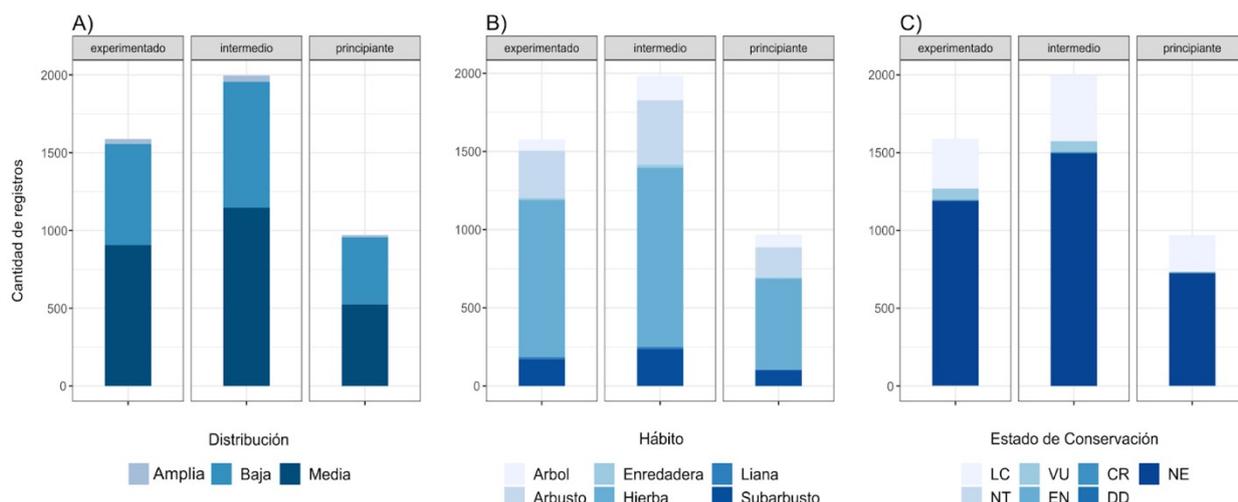


Figura 14: Preferencias de los usuarios en el registro de la distribución (a), hábitos de crecimiento (b), estado de conservación (c) de las Dicotiledóneas. Sólo se tuvieron en cuenta aquellos registros pertenecientes a las familias Asteraceae, Cactaceae, Fabaceae y Solanaceae que tuviesen grado de investigación.

Los modelos de regresiones lineales (Tabla 8) mostraron que el hábito de crecimiento (modelo 2) fue el único atributo significativo para explicar la categoría de usuario. Más concretamente los hábito de crecimiento de tipo arbusto ($\beta=-35.539 \pm 9.117$), hierba ($\beta=-39.079 \pm 8.296$) y subarbusto ($\beta=44.061 \pm 9.974$) fueron los más significativos para un pvalor < 0.01 . Aún así, el coeficiente de determinación para este atributo seguía siendo bajo como en el caso de los Tetrápodos ($R^2=0.006$), por lo que registrar hábitos de crecimiento por si sólo tampoco es suficiente para explicar la categoría de usuario.

Tabla 8: Relación entre la categoría de usuario y los atributos de Dicotiledóneas considerados. Para cada variable se muestra el coeficiente de regresión (β) y el error estándar entre paréntesis. Para cada modelo se presentan los coeficientes de determinación (R^2) y el F Estadístico. Los modelos muestran las siguientes relaciones: Modelo 1 = Categoría de usuario ~ distribución; Modelo 2 = Categoría de usuario ~ Hábito de crecimiento; Modelo 3 = Categoría de usuario ~ Estado de conservación (EC) y Modelo 4 = Categoría de usuario ~ todos los atributos.

Variable independiente	Variable dependiente			
	Categoría de usuario			
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Distribución	-0.452 (0.440)			-0.720 (0.492)
Hábito arbusto		-35.539*** (9.117)		-28.846*** (10.730)
Hábito enredadera		--34.890 (23.089)		-29.646 (23.892)
Hábito hierba		-39.079*** (8.296)		-23.900*** (10.859)
Hábito liana		-66.581** (26.984)		-49.516* (28.349)

Hábito subarbusto		-44.061*** (9.974)		-30.036*** (12.420)
EC peligro crítico			-95.000 (160.388)	-95.525 (160.332)
EC datos insuficientes			-55.455 (90.471)	-51.676 (91.201)
EC en peligro			-109.750 (94.036)	-110.275 (94.027)
EC preocupación menor			-40.394 (80.318)	-48.571 (80.379)
EC no evaluada			-60.727(80.229)	-59.545 (80.207)
EC casi amenazada			-43.333 (98.217)	-43.210 (98.172)
EC vulnerable			-104.917 (81.025)	
R2	0.002	0.006	0.008	0.010
F Estadístico	1.055	4.406***	5.018***	3.323***
Nota: *p<0,1; **p<0.05; ***p<0.01				

Observaciones Novedosas

Hubo cinco especies de tetrápodos y siete de dicotiledóneas (Tabla 9) que sólo se encontraron registradas para Uruguay en NaturalistaUY. Si bien estas especies se encuentran registradas para la región, no se contaba hasta el momento con registros en nuestro país. Esto quiere decir, que no se dispone de registros para el territorio nacional en las guías consultadas (Guía Completa Para Conocer Aves del Uruguay, Guía de Mamíferos de Uruguay, Guía de Anfibios del Uruguay y Guía de Reptiles del Uruguay) ni en las bases de datos del Instituto Argentino de Botánica Darwinion o Plants of the World Online.

Tabla 9: Cantidad de observaciones novedosas dentro de la plataforma NaturalistaUY para los dos grupos analizados (tetrápodos y dicotiledóneas) al 27/10/2022.

TETRÁPODOS		DICOTILEDÓNEAS	
Especie	N° de registros	Especie	N° de registros
<i>Anairetes flavirostris</i> (Aves)	2	<i>Brunfelsia pauciflora</i> (Solanaceae)	3
<i>Hemithraupis guira</i> (Aves)	1	<i>Chrysanthellum indicum</i> (Asteraceae)	1
<i>Pluvianellus socialis</i> (Aves)	2	<i>Galinsoga quadriradiata</i> (Asteraceae)	1
<i>Stilpnia peruviana</i> (Aves)	3	<i>Harrisia bonplandii</i> (Cactaceae)	3
<i>Alouatta caraya</i> (Mamíferos)	1	<i>Noticastrum marginatum</i> (Asteraceae)	1
		<i>Parodia oxycostata</i> (Cactaceae)	1
		<i>Solanum betaceum</i> (Solanaceae)	2

Discusión

Este es el primer estudio a nivel nacional que evalúa las contribuciones de NaturalistaUY al conocimiento sobre la biodiversidad en Uruguay. También es el primer estudio en analizar la utilidad de este tipo de plataformas de ciencia ciudadana (ya sea iNaturalist o eBird) para la recopilación de datos biológicos en nuestro país. Nuestros análisis revelaron que NaturalistaUY es la segunda base de datos abierta con más registros en Uruguay y que presenta un elevado porcentaje de observaciones identificadas a nivel de especie en comparación con el resto de la región. Además, este estudio cuantificó los sesgos en la cobertura espacial, temporal y taxonómica de los datos. Si bien esta es una particularidad inherente a las bases de datos sobre biodiversidad (Hortal *et al.*, 2015), conocer la dirección de estos sesgos permitirá explorar a futuro formas de abordarlos. Destacamos, por último, que la comunidad de usuarios contribuye a la generación de observaciones de manera independiente a su nivel de experiencia en la plataforma. Este conjunto de resultados nos proporciona una visión más clara del panorama de los datos disponibles en la plataforma para Uruguay y nos permite identificar posibles rumbos para incrementar y mejorar las contribuciones de los usuarios en NaturalistaUY.

Contribuciones de NaturalistaUY

Los registros en NaturalistaUY se han mantenido en aumento desde hace más de cinco años, duplicándose anualmente. Esto se podría explicar por los avances tecnológicos en dispositivos móviles con cámaras y GPS, que facilitan a las personas el acceso a la red y el envío de datos desde cualquier parte del país (McKinley *et al.*, 2017; Hart & Martínez, 2006). También se ha visto que eventos masivos de muestreo, como la Gran Biobúsqueda del Sur que se realiza todos los años durante la primavera del hemisferio sur, aumentan la actividad de la plataforma atrayendo nuevos usuarios o aumentando la actividad de los que ya hacen uso de ella (Aristeidou *et al.*, 2021; Di Cecco *et al.*, 2021). A su vez, la plataforma ha ganado mayor visibilidad en Uruguay gracias a la difusión en redes sociales y eventos de muestreo organizados por distintos colectivos en colaboración con Julana y Biodiversidata.

Uruguay es el quinto país en América Latina con más observaciones en iNaturalist y el segundo con mayor porcentaje de observaciones con grado de investigación (69% del total, detrás de Argentina que cuenta con un 71%) (ArgentiNat, 2023). La comunidad de NaturalistaUY sigue siendo pequeña en cantidad de usuarios y registros, esto hace que sea abarcable a la hora de identificar taxonómicamente las observaciones que se cargan periódicamente. Sin embargo,

vemos que otros países con comunidades pequeñas y bajo número de observaciones (como Paraguay, Bolivia y Venezuela) presentan un nivel bajo en identificaciones. El alto porcentaje de observaciones con grado de investigación en nuestra plataforma refleja, por un lado, la existencia de una comunidad nacional, y por otro un alto nivel de dedicación y habilidades de identificación en la comunidad uruguaya y también de colaboradores de la región (destacando usuarios de Argentina y Brasil). Dado que sólo las observaciones que alcanzan el grado de investigación y cuentan con licencia abierta se comparten en GBIF, un elevado número de observaciones para un país no necesariamente se traduce en una buena representación de su diversidad. En este punto se destaca la importancia del rol del usuario identificador. En Uruguay es vital fomentar la participación de un mayor número de identificadores (Callaghan *et al.*, 2022b), sobre todo de expertos en aquellos taxones sub identificados como pueden ser la clase Insecta o el reino Fungi. Que estos grupos queden en mayor proporción sin identificar puede suponer un factor desestimulante para los usuarios a la hora de elegirlos para registrar.

Cobertura de los datos en la plataforma

Los resultados de nuestros análisis muestran una cobertura espacial desigual, donde la mayoría de los datos de NaturalistaUY se concentran alrededor de las grandes ciudades. Estos resultados son similares a los sesgos de muestreos no estructurados reportados por Isaac *et al.* (2014) y Hughes *et al.* (2021), donde la mayoría de las observaciones caen dentro de 2.5 km de las zonas pobladas y los lugares turísticos son los que tienden a acumular más registros. En este sentido, departamentos como Maldonado, Rocha y Canelones son los que tienen más observaciones, probablemente debido a la cantidad de personas que habitan más el gran flujo de personas que visitan en vacaciones. El movimiento turístico de las vacaciones se puede relacionar con los picos de actividad en la plataforma (primavera y verano). Por el contrario, las áreas rurales de nuestro país se encuentran subrepresentadas, algo que en otras regiones se debe a que muchas veces son de difícil acceso sumado a que suelen ser de propiedad privada (Di Cecco *et al.*, 2021).

Las aves, los insectos y las dicotiledóneas son los grupos más registrados en NaturalistaUY. Esto puede deberse a que las especies que son fáciles de fotografiar (plantas) y se encuentran fácilmente y en abundancia (aves, plantas e insectos) despiertan el interés en las personas al ser llamativas (Di Cecco *et al.*, 2021). Además, nuestra encuesta muestra que estos mismos grupos son por los que hay una mayor afinidad dentro de la comunidad de usuarios. Las aves en particular, son el grupo taxonómico más registrado en las plataformas de ciencia ciudadana (Bowler *et al.*, 2022) y en GBIF a nivel global (Amano *et al.*, 201), principalmente debido a los aportes de la plataforma eBird (Sullivan *et al.*, 2014). Por el contrario, taxones como mamíferos o reptiles (considerados también llamativos y de interés pero más elusivos) pueden requerir de

un trabajo de búsqueda mayor debido a su hábitat y comportamiento (Kindberg *et al.*, 2009; Suárez-Tangil & Rodríguez, 2021), lo que llevaría a que menos usuarios sean capaces de registrarlos de manera espontánea. Dentro de las tres clases más registradas, existe otro sesgo que es la disparidad entre la cantidad de observaciones y la riqueza de especies conocidas. Las aves por ejemplo, son el grupo con la mayor cantidad de registros en la plataforma, pero sólo representan el 1% del número de especies catalogadas en GBIF (Troudet *et al.*, 2017). Por el contrario, los registros de insectos son sumamente bajos en comparación teniendo en cuenta que este grupo comprende la gran mayoría del total de las especies conocidas (Costello *et al.*, 2013). Este sesgo taxonómico no sólo ocurre en NaturalistaUY, sino que está presente en las bases de datos a nivel mundial. Por otra parte, el Reino Fungi también se encuentra muy submuestreado en la plataforma iNaturalist (Callaghan *et al.*, 2022b) y a nivel mundial (Lughadha *et al.*, 2020). Si bien esto se explica en parte porque es un taxa hiperdiverso, también es el grupo con el mayor déficit en la descripción científica de especies (entre el 92% y 95%; Niskanen *et al.*, 2023).

La búsqueda bibliográfica de los atributos para cada especie (distribución, tamaño, etc.) evidenció otra problemática significativa: la limitada disponibilidad de información sistematizada sobre las especies que se distribuyen en nuestro país. Las plataformas como GBIF, iNaturalist o Biodiversidata contienen datos de presencias de especies pero no de sus atributos. Para obtener esta información se realizaron búsquedas en la bibliografía existente a nivel nacional y en bases de datos globales. Las guías nacionales, no siempre cuentan con esta información y además no suelen actualizarse periódicamente. Tampoco contamos con un sistema de información sobre la biodiversidad nacional que reúna este tipo de datos. Un ejemplo en América Latina sobre esto es la plataforma Enciclovida en México (<https://enciclovida.mx/>). Por otro lado, a nivel global sí existen bases de datos de atributos (*traits*, en inglés) pero generalmente tienen en cuenta tamaños corporales promedio o medidas poblacionales globales (Kattge *et al.*, 2011; Soria *et al.*, 2021), que no necesariamente son representativas para la biodiversidad de nuestro país.

Preferencias de los usuarios al registrar

La hipótesis de que los usuarios registran de manera diferente dependiendo de su experiencia en la plataforma no se cumplió. La comunidad de usuarios mostraron las mismas preferencias al registrar los atributos evaluados de las especies. Para poder comprender este patrón podemos apoyarnos en estudios previos como los de Bowler *et al.* (2022), donde describen que los usuarios en Alemania, independientemente de sus antecedentes, cargan registros en proporción similar tanto de sus muestreos planificados como de sus encuentros oportunistas. En el caso de Uruguay, podemos pensar que por más que los usuarios experimentados lleven

a cabo salidas con mayor frecuencia y busquen registrar especies raras, también cargan a la plataforma sus observaciones oportunistas. Considerando que los atributos más registrados son los más “comunes” (*i.e.* distribuciones amplias y especies no amenazadas), y por el contrario, los atributos menos registrados (*i.e.* especies amenazadas, de distribución restringida y/o de gran tamaño) coinciden con organismos difíciles de observar o menos comunes (como mamíferos o leñosas), esto podría dar a entender la tendencia de las tres categorías a registrar de manera similar, ya que los usuarios registran en mayor proporción lo que se encuentran y no tanto los taxones o atributos por los que tienen predilección. Los resultados de Callaghan *et al.* (2021) sin embargo, muestran que la forma en que los usuarios registran (estructurada o no estructurada) sí determina las preferencias al registrar especies. Por ejemplo, ellos ven que usuarios de eBird que registran especies de aves a través de muestreos estructurados (listas completas), registran especies de tamaño más pequeño que usuarios de iNaturalist. Esta discrepancia podría estar revelando en realidad diferencias entre plataformas como iNaturalist y aquellas más estructuradas como eBird.

La diferencia que sí se encontró entre las categorías de usuarios es en relación al volumen de observaciones que cargan a la plataforma. En nuestro estudio, los experimentados comprenden 10 usuarios de un total de 1963 y estos aportan casi el 30% de los registros analizados. Por esto, si bien *a priori* experimentados y principiantes registran de manera similar, se precisan muchos principiantes para equiparar los aportes de los experimentados. Esta tendencia sigue un fenómeno estadístico conocido como “El principio de Pareto” o “regla 80/20”, donde en cualquier población que contribuye a un efecto común, es una proporción pequeña (20%) la que contribuye a la mayor parte del efecto (80%) (Newman, 2005).

Como se mencionó previamente, la experiencia de los usuarios hace referencia al uso de la plataforma y no a su formación académica o experiencia taxonómica. Nuestra encuesta muestra que la mayoría de los usuarios cuentan con algún tipo de formación en temáticas de diversidad. Si bien se tiene un número bajo de respuestas de principiantes, esto permite ver que los usuarios que contribuyen en menor medida (principiantes) no son completamente “inexperientes”. Una diferencia notable entre las categorías de usuarios es en el uso de distintos dispositivos de registro (experimentados usan dispositivos más tecnológicos). La variedad en los dispositivos, la mayor frecuencia de salida a la naturaleza y la familiaridad con la plataforma podría explicar el mayor número de observaciones que cargan estos usuarios en comparación al resto. Es importante considerar que, al contactar usuarios para realizar la encuesta a través de la plataforma, los resultados obtenidos reflejan principalmente las respuestas de las personas que ya tienen una participación activa en NaturalistaUY. Muchos de los usuarios a los que se les envió la encuesta en la categoría principiante no la respondieron,

probablemente porque no entran seguido a la plataforma. Por esto, los resultados podrían no reflejar el conjunto de usuarios principiantes.

Registros nuevos para el país

Las doce especies que fueron catalogadas como observaciones novedosas son un hallazgo considerable si se tiene en cuenta que estos registros surgen de observaciones oportunistas. Además, si bien otras especies que creímos novedosas estaban de hecho presentes en GBIF (ejemplo, en colecciones de museo), los registros de NaturalistaUY son los primeros en aportar datos geolocalizados de estas especies para el país. Nuestro análisis sólo tuvo en cuenta a tetrápodos y dicotiledóneas, por lo que es probable que al expandir el análisis a otros taxones, se logre encontrar aún más observaciones novedosas. Estos descubrimientos no solo agregan valor al conocimiento de la biodiversidad local, aportando nuevas especies o ampliando la distribución de las ya conocidas, sino que también destacan la importancia de la ciudadanía en el fortalecimiento de los datos científicos.

Aportes al monitoreo en Uruguay

Los sesgos en NaturalistaUY son una realidad que puede impactar la calidad y representación de los datos en el país. Sin embargo, abordarlos es posible utilizando las herramientas adecuadas e involucrando activamente a la comunidad de usuarios. Considerando que la comunidad en NaturalistaUY muestra preferencias similares en cuanto a su forma de registrar y una alta dedicación a la identificación de observaciones, es posible promover proyectos participativos apuntando a aquellas áreas donde faltan esfuerzos de muestreo o hacia los taxones subrepresentados. Existen numerosos ejemplos de proyectos participativos que en los últimos años han contribuido al conocimiento de la biodiversidad en Uruguay. Por ejemplo, la ONG Ecobio se dedica al monitoreo de los atropellos de fauna en las carreteras para la prevención de este tipo de accidentes (Serrón *et al.*, 2020), mientras que la ONG JULANA lleva a cabo un monitoreo participativo de fauna en Paso Centurión, departamento de Cerro Largo, junto a los vecinos (Bergós *et al.* 2018; Chouhy *et al.*, 2022). Además, también existen ejemplos que ya han hecho uso de NaturalistaUY, como es el caso del estudio sobre el avance en la costa Atlántica del Uruguay de la especie invasora uña de gato (*Carpobrotus edulis*) (Grattarola *et al.*, 2023a) o los proyectos de las Áreas Protegidas del SNAP (Grattarola *et al.*, 2023b), como en la Laguna Garzón, donde los guardaparques utilizan la plataforma para registrar la biodiversidad de la zona. Estas iniciativas que promueven la participación de las comunidades locales en áreas geográficas específicas y que impulsan el entendimiento social de la ciencia y tecnología, constituyen elementos fundamentales para valorar y enaltecer los saberes locales (Cavalli, 2019).

Conclusiones y perspectiva

La colaboración y validación de las observaciones que se cargan por parte de la comunidad de usuarios de la plataforma, la disponibilidad de datos en tiempo real y la accesibilidad pública a una base de datos tan amplia convierten a NaturalistaUY en una valiosa herramienta para investigadores, conservacionistas y entusiastas de la naturaleza. Además de su utilidad científica, la plataforma es un semillero de experiencias de educación ambiental, en esencia bajo el principio de los datos abiertos. Si bien existen sesgos en los datos recopilados a través de NaturalistaUY, no podemos subestimar el inmenso potencial que esta plataforma ofrece en términos de investigación. Como comunidad científica, debemos aprovechar esta valiosa fuente de información, al tiempo que trabajamos para abordar y minimizar los sesgos, a fin de lograr una representación más completa y precisa de la biodiversidad en nuestro país en el contexto de crisis global en el que nos encontramos.

En vista de esto, planteamos importantes perspectivas a futuro que podrían ser abordadas para fortalecer y dar solidez a la plataforma NaturalistaUY:

- Generar acciones locales en todo el país para seguir fomentando la participación en la plataforma y atraer a más personas que puedan aportar su conocimiento (tanto principiantes como expertas).
- Involucrar a la comunidad científica en la identificación de registros en la plataforma (en particular expertos con conocimiento de los grupos que se encuentran poco identificados).
- Estimular la participación de personas, grupos locales, instituciones educativas y gobiernos departamentales en zonas del país con escasez de registros.
- Monitorear la evolución de la comunidad de usuarios en la plataforma y la calidad de los datos que se generan (observaciones con grado de investigación vs. casuales).
- Promover el uso de la plataforma para la actualización de cambios en el rango de distribución de especies a nivel nacional y regional.
- Investigar la detección de especies no nativas de cara a utilizar la plataforma como una herramienta de respuesta temprana frente a la invasión de estas especies.

Disponibilidad de datos y código

Los datos que respaldan los hallazgos de este estudio, incluidos los datos primarios descargados y los datos procesados, junto al código utilizado para el análisis y preparación de figuras, están disponibles abiertamente (bajo licencia CC-BY) en el repositorio de GitHub: <https://github.com/Rodrigo-Montiel/TesisNaturalistaUY>. Si reutiliza el código para su trabajo, debe citar esta tesis.

Bibliografía

- Alvarado-Cárdenas, L. O., Chávez-Hernández, M. G., & Pío León, J. F. (2020). *Gonolobus naturalistae* (Apocynaceae; Asclepiadoideae; Gonolobeae; Gonolobinae), a New Species from México. *Phytotaxa*, 472(3), 249–258. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.472.3.3>
- Amano, T., Lamming, J. D. L., & Sutherland, W. J. (2016). Spatial Gaps in Global Biodiversity Information and the Role of Citizen Science. *BioScience*, 66(5), 393–400. <https://doi.org/10.1093/biosci/biw022>
- ArgentiNat. Disponible en <https://www.argentinat.org/>. Accedido en Octubre 2023
- Aristeidou, M., Herodotou, C., Ballard, H. L., Higgins, L., Johnson, R. F., Miller, A. E., Young, A. N., & Robinson, L. D. (2021). How do young community and citizen science volunteers support scientific research on biodiversity? The case of iNaturalist. *Diversity*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/d13070318>
- Bergós, L., Grattarola, F., Barreneche, J. M., Hernández, D., & González, S. (2018). Fogones de Fauna: An Experience of Participatory Monitoring of Wildlife in Rural Uruguay. *Society & Animals* 26(2): 171–85. <https://doi.org/10.1163/15685306-12341497>
- Barve, V. V., Brenskelle, L., Li, D., Stucky, B. J., Barve, N. V., Hantak, M. M., McLean, B. S., Paluh, D. J., Oswald, J. A., Belitz, M. W., Folk, R. A., & Guralnick, R. P. (2020). Methods for broad-scale plant phenology assessments using citizen scientists' photographs. *Applications in Plant Sciences*, 8(1). <https://doi.org/10.1002/aps3.11315>
- Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., & Shirk, J. (2009). Citizen science: A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. In *BioScience* 59 (11), 977–984. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>
- Borsellino, L. (2017). El uso de la fotografía y la Ciencia Ciudadana como herramientas para la conservación de la biodiversidad. *Revista Photo & Documento*, 3.
- Bowler, D. E., Bhandari, N., Repke, L., Beuthner, C., Callaghan, C. T., Eichenberg, D., Henle, K., Klenke, R., Richter, A., Jansen, F., Bruelheide, H., & Bonn, A. (2022). Decision-making of citizen scientists when recording species observations. *Scientific Reports*, 12(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15218-2>
- Butchart, S. H. M., Walpole, M., Collen, B., Van Strien, A., Scharlemann, J. P. W., Almond, R. E. A., Baillie, J. E. M., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K. E., Carr, G. M., Chanson, J.,

- Chenery, A. M., Csirke, J., Davidson, N. C., Dentener, F., Foster, M., Galli, A., & Watson, R. (2010). Global biodiversity: Indicators of recent declines. *Science*, 328(5982), 1164–1168.
<https://doi.org/10.1126/science.1187512>
- Callaghan, C. T., Ozeroff, I., Hitchcock, C., & Chandler, M. (2020). Capitalizing on opportunistic citizen science data to monitor urban biodiversity: A multi-taxa framework. *Biological Conservation*, 251.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108753>
- Callaghan, C. T., Poore, A. G. B., Hofmann, M., Roberts, C. J., & Pereira, H. M. (2021). Large-bodied birds are over-represented in unstructured citizen science data. *Scientific Reports*, 11(1).
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-98584-7>
- Callaghan, C. T., Bowler, D. E., Blowes, S. A., Chase, J. M., Lyons, M. B., & Pereira, H. M. (2022a). Quantifying effort needed to estimate species diversity from citizen science data. *Ecosphere*, 13(4).
<https://doi.org/10.1002/ECS2.3966>
- Callaghan, C. T., Mesaglio, T., Ascher, J. S., Brooks, T. M., Cabras, A. A., Chandler, M., Cornwell, W. K., Ríos-Málaver, I. C., Dankowicz, E., Dhiya'Ulhaq, N. U., Fuller, R. A., Galindo-Leal, C., Grattarola, F., Hewitt, S., Higgins, L., Hitchcock, C., Hung, K. L. J., Iwane, T., Kahumbu, P., & Young, A. N. (2022b). The benefits of contributing to the citizen science platform iNaturalist as an identifier. *PLoS Biology*, 20(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001843>
- Casco, C., Silveira, L., Zorzi, M., Eluén, L., Pacheco Silveira, D. R., & Guerrero, J. C. (2023). Biogeografía urbana en tres sitios de Montevideo: una propuesta metodológica en contexto de pandemia. *Educación En Ciencias Biológicas*, 7(1), 14. DOI:10.36861/RECB.7.1.
- Cavalli, E. (2019). *Efectos de la ganadería sobre la comunidad de mamíferos de Paso Centurión, Cerro Largo* [en línea] Tesis de grado. Montevideo: Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ciencias.
- Céspedes-Payret, C., Piñeiro, G., Achkar, M., Gutiérrez, O., & Panario, D. (2009). The irruption of new agro-industrial technologies in Uruguay and their environmental impacts on soil, water supply and biodiversity: a review. *Int. J. Environment and Health*, 3(2), 175–197.
- Chouhy, M., Bergós, L., Garay, A., Grattarola, F., Perazza, G., Santos, C., & Taks, J. (Eds.) (2022). *Relaciones sociedad-naturaleza en Paso Centurión. Aportes desde una trayectoria integral universitaria en la frontera noreste de Uruguay*. Servicio Central de Extensión y Actividades en el Medio, Universidad de la República.
- Costello, M. J., May, R. M., & Stork, N. E. (2013). Can We Name Earth's Species Before They Go

- Extinct? *SCIENCE*, 393, 413–416. DOI:10.1126/science.1230318
- Danielsen, F., Eicken, H., Funder, M., Johnson, N., Lee, O., Theilade, I., Argyriou, D., & Burgess, N. D. (2022). Community Monitoring of Natural Resource Systems and the Environment. *Annual Review of Environment and Resources*, 47, 637–670. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012220>
- Di Cecco, G. J., Barve, V., Belitz, M. W., Stucky, B. J., Guralnick, R. P., & Hurlbert, A. H. (2021). Observing the Observers: How Participants Contribute Data to iNaturalist and Implications for Biodiversity Science. *BioScience*, 71(11), 1179–1188. <https://doi.org/10.1093/biosci/biab093>
- Dirzo, R., Young, H. S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N. J. B., & Collen, B. (2014). Defaunation in the Anthropocene. *Science*, 345(6195), 401–406.
- Enciclovida Mexico. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Disponible en <https://enciclovida.mx/>. Accedido 10 de noviembre del 2023
- Foley, J. A., DeFries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Stuart Chapin, F., Coe, M. T., Daily, G. C., Gibbs, H. K., Helkowski, J. H., Holloway, T., Howard, E. A., Kucharik, C. J., Monfreda, C., Patz, J. A., Colin Prentice, I., Ramankutty, N., & Snyder, P. K. (2005). Global Consequences of Land Use. *SCIENCE*, 309(5734), 570–574.
- GBIF: The Global Biodiversity Information Facility. Disponible en <https://www.gbif.org> Accedido 20 de agosto del 2023.
- González, E. & Martínez-Lanfranco, J. (2010). *Mamíferos de Uruguay. Guía de Campo e Introducción a su Estudio y Conservación*. Ediciones de la Banda Oriental, Montevideo, Uruguay.
- Graesser, J., Aide, T. M., Grau, H. R., & Ramankutty, N. (2015). Cropland/pastureland dynamics and the slowdown of deforestation in Latin America. *Environmental Research Letters*, 10. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/3/034017>
- Grattarola, F., Botto, G., da Rosa, I., Gobel, N., González, E. M., González, J., Hernández, D., Laufer, G., Maneyro, R., Martínez-Lanfranco, J. A., Naya, D. E., Rodales, A. L., Ziegler, L., Pincheira-Donoso, D., & Rosa, da I. (2019). Biodiversidata: An Open-Access Biodiversity Database for Uruguay *Biodiversity Data Journal*, 7, 36226–36226. <https://doi.org/10.3897/BDJ.7.e36226>
- Grattarola, F., González, A., Mai, P., Cappuccio, L., Fagúndez-Pachón, C., Rossi, F., de Mello, F. T., Urtado, L., & Pincheira-Donoso, D. (2020a). Biodiversidata: A novel dataset for the vascular plant species diversity in Uruguay. *Biodiversity Data Journal*, 8, 1–21. <https://doi.org/10.3897/BDJ.8.E56850>
- Grattarola, F., Martínez-Lanfranco, J. A., Botto, G., Naya, D. E., Maneyro, R., Mai, P., Hernández, D.,

- Laufer, G., Ziegler, L., González, E. M., da Rosa, I., Gobel, N., González, A., González, J., Rodales, A. L. & Pincheira-Donoso, D. (2020b). Multiple forms of hotspots of tetrapod biodiversity and the challenges of open-access data scarcity. *Scientific Reports*, 10(1).
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-79074-8>
- Grattarola, F., Rodríguez-Tricot, L., Zarucki, M. & Laufer, G. (2023a). Status of the invasion of *Carpobrotus edulis* in Uruguay based on community science records. *Research Square*.
<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3185397/v1>
- Grattarola, F., Carabio, M., Rodríguez-Tricot, L., Medina, A., Gómez Barboza, S., Menéndez, G., Mailhos, A., Laufer, G., Pérez, L. & Duarte, A. (2023). La ciencia comunitaria abre el camino hacia la impostergable democratización del acceso a la información de biodiversidad en Uruguay a través de NaturalistaUY. figshare. Poster. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.23933016.v2>
- GUB.UY: Sitio Oficial de la República Oriental del Uruguay, Ministerio de Ambiente (2020) ¿Que es el SNAP? <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/es-snap> Accedido: 13 de agosto de 2023.
- Hagopían, D., & Mailhos, A. (2021). First record of *Gyrogyna forceps* Simon, 1900 (Araneae, Salticidae, Scopocirini) in Uruguay, with notes on its taxonomy and natural history. *Check List*, 17(5), 1313–1322. <https://doi.org/10.15560/17.5.1313>
- Hart, J. K., & Martinez, K. (2006). Environmental Sensor Networks: A revolution in the earth system science? *Earth-Science Reviews*, 78(3–4), 177–191.
<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2006.05.001>
- Hochmair, H. H., Scheffrahn, R. H., Basille, M., & Boone, M. (2020). Evaluating the data quality of iNaturalist termite records. *PLoS ONE*, 15(5). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226534>
- Hortal, J., De Bello, F., Diniz-Filho, J. A. F., Lewinsohn, T. M., Lobo, J. M., & Ladle, R. J. (2015). Seven Shortfalls that Beset Large-Scale Knowledge of Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 46, 523–549. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-112414-054400>
- Hughes, A. C., Orr, M. C., Ma, K., Costello, M. J., Waller, J., Provoost, P., Yang, Q., Zhu, C., & Qiao, H. (2021). Sampling biases shape our view of the natural world. *Ecography*, 44(9), 1259–1269. <https://doi.org/10.1111/ecog.05926>
- iNaturalist. Disponible en <https://www.inaturalist.org>. Accedido en Octubre 2023
- Instituto de Botánica Darwinion - CONICET <http://www.darwin.edu.ar/proyectos/floraargentina/fa.htm>.
 Accedido: 3 de septiembre de 2023.

- IPBES. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (p. 56). IPBES Secretariat. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579>
- Isaac, N. J. B., van Strien, A. J., August, T. A., de Zeeuw, M. P., & Roy, D. B. (2014). Statistics for citizen science: Extracting signals of change from noisy ecological data. *Methods in Ecology and Evolution*, 5(10), 1052–1060. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12254>
- IUCN. 2022. *The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2*. <https://www.iucnredlist.org>.
Accedido 3 de septiembre de 2023.
- Jetz, W., McPherson, J. M., & Guralnick, R. P. (2012). Integrating biodiversity distribution knowledge: toward a global map of life. *Trends in Ecology and Evolution* 27:151-159.
[DOI:10.1016/j.tree.2011.09.007](https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.09.007)
- Jobbágy, E. G., Vasallo, M., Farley, K. A., Piñeiro, G., Garbulsky, M. F., Nosoetto, M. D., Jackson, R. B., & Paruelo, J. M. (2006). Forestación En Pastizales: Hacia Una Visión Integral De Sus Oportunidades Y Costos Ecológicos. *Agrociencia*, 10(2), 109–124.
- Kattge, J., Diaz, S., Lavorel, S., Prentice, C., Leadley, P., Boenisch, G., Garnier, E., Westoby, M., Reich, P. B., Wright, I. J., Cornelissen, J. H. C., Violle, C., Harrison, S. P., van Bodegom, P. M., Reichstein, M., Enquist, B. J., Soudzilovskaia, N. A., Ackerly, D. D., Anand, M., Atkin, O., Bahn, M., Baker, T. R., Baldocchi, D., & Bekker, R. (2011) TRY - a global database of plant traits. *Global Change Biology*. 17 (9). 2905–2935. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02451.x>
- Kelling, S., Johnston, A., Bonn, A., Fink, D., Ruiz-Gutierrez, V., Bonney, R., Fernandez, M., Hochachka, W. M., Julliard, R., Kraemer, R., & Guralnick, R. (2019). Using Semistructured Surveys to Improve Citizen Science Data for Monitoring Biodiversity. *BioScience*, 69(3), 170–179.
<https://doi.org/10.1093/biosci/biz010>
- Kindberg, J., Ericsson, G., & Swenson, J. E. (2009). Monitoring rare or elusive large mammals using effort-corrected voluntary observers. *Biological Conservation*, 142(1), 159–165.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.10.009>
- Larrick, R. P., Burson, K. A., & Soll, J. B. (2007). Social comparison and confidence: When thinking you're better than average predicts overconfidence (and when it does not). *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 102(1), 76–94. <https://doi.org/10.1016/j.obhdp.2006.10.002>
- Laufer, G., Gobel, N., Kacevas, N., Lado, I., Cortizas, S., Carabio, M., Arrieta, D., Prigioni, C., Borteiro, C., & Kolenk, F. (2021). Updating the distributions of four Uruguayan hylids (Anura: Hylidae):

- recent expansions or lack of sampling effort? *Amphibian and Reptile Conservation*, 15(2), 228–237.
- Lughadha, E. N., Bachman, S. P., Leão, T. C. C., Forest, F., Halley, J. M., Moat, J., Acedo, C., Bacon, K. L., Brewer, R. F. A., Gâteblé, G., Gonçalves, S. C., Govaerts, R., Hollingsworth, P. M., Krisai-Greilhuber, I., de Lirio, E. J., Moore, P. G. P., Negrão, R., Onana, J. M., Rajaovelona, L. R., & Walker, B. E. (2020). Extinction risk and threats to plants and fungi. In *Plants People Planet* (Vol. 2, Issue 5, pp. 389–408). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10146>
- MacKechnie, C., Maskell, L., Norton, L., & Roy, D. (2011). The role of “Big Society” in monitoring the state of the natural environment. In *Journal of Environmental Monitoring* (Vol. 13, pp. 2687–2691). <https://doi.org/10.1039/c1em10615e>
- Maneyro, R. & Carreira, S. (2012). *Guia de Anfíbios del Uruguay*. De la Fuga. Montevideo, Uruguay.
- Maneyro, R. & Carreira, S. (2013). *Guia de Reptiles del Uruguay*. De la Fuga. Montevideo, Uruguay.
- Martin, L., Blossey, B., & Ellis, E. (2012). Mapping where ecologists work biases in the global distribution of terrestrial ecological observations. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(4), 195–201.
- McKinley, D. C., Miller-Rushing, A. J., Ballard, H. L., Bonney, R., Brown, H., Cook-Patton, S. C., Evans, D. M., French, R. A., Parrish, J. K., Phillips, T. B., Ryan, S. F., Shanley, L. A., Shirk, J. L., Stepenuck, K. F., Weltzin, J. F., Wiggins, A., Boyle, O. D., Briggs, R. D., Chapin, S. F.,... Soukup, M. A. (2017). Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. *Biological Conservation*, 208, 15–28. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.05.015>
- Mesaglio, T., & Callaghan, C. T. (2021). An overview of the history, current contributions and future outlook of iNaturalist in Australia. In *Wildlife Research* (Vol. 48, Issue 4, pp. 289–303). CSIRO. <https://doi.org/10.1071/WR20154>
- Miller-Rushing, A., Primack, R., & Bonney, R. (2012). The history of public participation in ecological research. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 285–290.
- Newman, M. E. J. (2005). Power laws, Pareto distributions and Zipf’s law. *Contemporary Physics*, 46(5), 323–351. <https://doi.org/10.1080/00107510500052444>
- Niskanen, T., Lücking, R., Dahlberg, A., Gaya, E., Suz, L. M., Mikryukov, V., Liimatainen, K., Druzhinina, I., Westrip, J. R. S., Mueller, G. M., Martins-Cunha, K., Kirk, P., Tedersoo, L., & Antonelli, A. (2023). *Annual Review of Environment and Resources Pushing the Frontiers of Biodiversity Research: Unveiling the Global Diversity, Distribution, and Conservation of Fungi*.

- <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-112621>
- Oliveira, B., São-Pedro, V., Penone, C., Santos-Barrera, G., & Costa, C (2017). AmphiBIO, a global database for amphibian ecological traits. *Sci Data* 4, <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.123>
- Oliver, R., Meyer, C., Ranipeta, A., Winner, K., & Jetz, W. (2021). Global and national trends, gaps, and opportunities in documenting and monitoring species distributions. *Plos Biology*, 19(8). <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001336>
- Open Knowledge Foundation: Definición de conocimiento abierto. <https://opendefinition.org/od/2.1/es/>
Accedido: 3 de noviembre de 2023.
- Paladino, M (2017). Modelo lineales con R. En línea: https://www.institutomora.edu.mx/testU/SitePages/martinpaladino/modelos_lineales_con_R.html#ajuste-de-modelo-lineales-con-lm Accedido: 30 de julio de 2023)
- Paruelo, J. M., Guerschman, J. P., Piñeiro, G., Jobbágy, E. G., Verón, S. R., Baldi, G., & Baeza, S. (2006). Conceptual Frameworks for the Analysis of Land Use Changes in Argentina and Uruguay. *Agrociencia*, 10(2), 47–61.
- POWO (2023). "Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. En línea: <http://www.plantsoftheworldonline.org/> Accedido en Octubre 2023.
- Pocock, M. J. O., Newson, S. E., Henderson, I. G., Peyton, J., Sutherland, W. J., Noble, D. G., Ball, S. G., Beckmann, B. C., Biggs, J., Brereton, T., Bullock, D. J., Buckland, S. T., Edwards, M., Eaton, M. A., Harvey, M. C., Hill, M. O., Horlock, M., Hubble, D. S., Julian, A. M., & Roy, D. B. (2015). Developing and enhancing biodiversity monitoring programmes: A collaborative assessment of priorities. *Journal of Applied Ecology*, 52(3), 686–695. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12423>
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Ran, Y., Deutsch, L., Lannerstad, M., & Heinke, J. (2013). Rapidly Intensified Beef Production in Uruguay: Impacts on Water-related Ecosystem Services. *Aquatic Procedia*, 1, 77–87. <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2013.07.007>
- Rocha, G. (2015). *Guia Completa para Conocer Aves del Uruguay*. Ediciones de la Banda Oriental, Montevideo, Uruguay.
- Schmeller, D. S., Henry, P. Y., Julliard, R., Gruber, B., Clobert, J., Dziock, F., Lengyel, S., Nowicki, P., DÉri, E., Budrys, E., Kull, T., Tali, K., Bauch, B., Settele, J., van Swaay, C., Kobler, A., Babij, V., Papastergiadou, E., & Henle, K. (2009). Advantages of Volunteer-Based Biodiversity Monitoring in

- Europe. *Conservation Biology*, 23(2), 307–316. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01125.x>
- Serrón, A., Coitiño, H., & Segura, A. (2020). Atropellos de mamíferos en la Región Este de Uruguay y su relación con los atributos del paisaje. *INNOTEC*, 20, 139–157.
- Song, X. P., Hansen, M. C., Potapov, P., Adusei, B., Pickering, J., Adami, M., Lima, A., Zalles, V., Stehman, S. v., di Bella, C. M., Conde, M. C., Copati, E. J., Fernandes, L. B., Hernandez-Serna, A., Jantz, S. M., Pickens, A. H., Turubanova, S., & Tyukavina, A. (2021). Massive soybean expansion in South America since 2000 and implications for conservation. *Nature Sustainability*, 4(9), 784–792. <https://doi.org/10.1038/s41893-021-00729-z>
- Soria, C. D., Pacifici, M., di Marco, M., Stephen, S. M., & Rondinini, C. (2021). COMBINE: a coalesced mammal database of intrinsic and extrinsic traits. *Ecology*, 102(6). <https://doi.org/10.1002/ecy.3344>
- Stanimirova, R., Graesser, J., Olofsson, P., & Friedl, M. A. (2022). Widespread changes in 21st century vegetation cover in Argentina, Paraguay, and Uruguay. *Remote Sensing of Environment*, 282. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2022.113277>
- Suárez-Tangil, B. D., & Rodríguez, A. (2021). Integral assessment of active and passive survey methods for large-scale monitoring of mammal occurrence in Mediterranean landscapes. *Ecological Indicators*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107553>
- Sullivan, B. L., Aycrigg, J. L., Barry, J. H., Bonney, R. E., Bruns, N., Cooper, C. B., Damoulas, T., Dhondt, A. A., Dietterich, T., Farnsworth, A., Fink, D., Fitzpatrick, J. W., Fredericks, T., Gerbracht, J., Gomes, C., Hochachka, W. M., Iliff, M. J., Lagoze, C., la Sorte, F. A.,... Kelling, S. (2014). The eBird enterprise: An integrated approach to development and application of citizen science. In *Biological Conservation* (Vol. 169, pp. 31–40). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.11.003>
- Szabo, J. K., Fuller, R. A., & Possingham, H. P. (2012). A comparison of estimates of relative abundance from a weakly structured mass-participation bird atlas survey and a robustly designed monitoring scheme. *The International Journal of Avian Science*, 154, 468–479.
- Troudet, J., Grandcolas, P., Blin, A., Vignes-Lebbe, R., & Legendre, F. (2017). Taxonomic bias in biodiversity data and societal preferences. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-017-09084-6>
- UNEP (2020). Update Of The Zero Draft Of The Post-2020 Global Biodiversity Framework. in *Convention on Biological Diversity*.
- Urban, M. C. (2015). Accelerating extinction risk from climate change. *Science*, 348(6234), 571–573.

<https://doi.org/10.1126/science.aaa4984>

Yoccoz, N., Nichols, J., & Boulinier, T. (2001). Monitoring of Biological Diversity in Space and Time. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(8), 446–453.

Zalles, V., Hansen, M. C., Potapov, P. v, Parker, D., Stehman, S. v, Pickens, A. H., Parente, L. L., Ferreira, L. G., Song, X.-P., Hernandez-Serna, A., & Kommareddy, I. (2021). Rapid expansion of human impact on natural land in South America since 1985. *Science Advances*, 7.

<https://www.science.org>

Zuloaga, F. O., Belgrano, M. J., & Zanotti, C. A. (2019). Actualización del Catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur. *Darwiniana, Nueva Serie*, 7(2), 208–278

<https://doi.org/10.14522/darwiniana.2019.72.861>

Anexos

Anexo 1 - Opciones seleccionadas para la descarga de datos de NaturalistaUY

Filtros:

- **Grado de calidad:** cualquiera
- **Revisada:** cualquiera
- **Identificaciones:** cualquiera
- **Cautivo/Cultivado:** no
- **Lugar:** Uruguay

La siguiente lista son las columnas que fueron seleccionadas a la hora de descargar los datos:

Columnas de información básica:

- **id:** identificador único para la observación.
- **observed_on_string:** fecha/hora registrada por el observador.
- **observed_on:** fecha normalizada de observación.
- **time_observed_at:** hora normalizada de observación.
- **time_zone:** huso horario de la observación.
- **user_id:** identificador único para el observador.
- **user_login:** usuario de la observación.
- **user_name:** nombre del observador (puede ser un pseudónimo).
- **created_at:** fecha de creación de la observación.
- **updated_at:** última fecha de actualización de la observación.
- **quality_grade:** grado de calidad de la observación.
- **license:** licencia de la observación.
- **captive_cultivated:** estado cautivo/cultivado de la observación.

Columnas de información geográfica:

- **place_guess:** descripción de la localidad registrada por el observador.
- **latitude:** latitud visible públicamente.
- **longitude:** longitud visible públicamente.
- **positional_accuracy:** precisión de las coordenadas.
- **private_place_guess:** descripción de la localidad (si la observación está oscurecida).
- **private_latitude:** latitud privada (la observación está oscurecida).

- ***private_longitude***: longitud privada (la observación está oscurecida).
- ***public_positional_accuracy***: precisión de las coordenadas públicas.
- ***geoprivacy***: si el observador ha escogido o no, oscurecer las coordenadas.
- ***taxon_geoprivacy***: si se aplicó una geoprivacidad limitada debido al estado de conservación del taxa.
- ***coordinates_obscured***: si las coordenadas se han ocultado debido a una condición de geoprivacidad.
- ***positioning_method***: como se determinaron las coordenadas.
- ***positioning_device***: dispositivo utilizado para determinar las coordenadas.
- ***place_admin1_name***: nombre del sitio administrativo, un rango por debajo de país.

Columnas de información taxonómica:

- ***scientific_name***: nombre científico del taxón observado.
- ***common_name***: nombre común del taxón observado.
- ***iconic_taxon_name***: categoría taxonómica de nivel superior del taxón observado.
- ***taxon_id***: identificador único para el taxón observado.
- ***taxon_kingdom_name***: Reino del taxón observado.
- ***taxon_phylum_name***: Filo del taxón observado.
- ***taxon_class_name***: Clase del taxón observado.
- ***taxon_order_name***: Orden del taxón observado.
- ***taxon_family_name***: Familia del taxón observado.
- ***taxon_genus_name***: Género del taxón observado.
- ***taxon_species_name***: Especie del taxón observado.

Anexo 2 - Tablas de especies faltantes en la bibliografía

Tabla A1: Especies no encontradas en la guías de tetrápodos consultadas. Si la especie es un registro casual, se eliminó del análisis. El resto de especies fueron buscadas en las bases de Biodiversidata y GBIF. Aquellas que no estuviesen presentes en ninguna de las dos (sin contar los datos aportados por iNaturalist) se las marcó como registros novedosos.

Espece	Biodiversidata	GBIF	Es un registro novedoso
<i>Boana pulchella</i>	Está	Está	NO
<i>Leptodactylus luctator</i>	Está	Está	NO
<i>Leptodactylus macrosternum</i>	Está	Está	NO
<i>Rhinella diptycha</i>	Está	Está	NO
<i>Agapornis personatus</i>	Casual: mascota	-	-
<i>Amazona aestiva</i>	Casual: mascota	-	-
<i>Anairetes flavirostris</i>	No está	No está	SI
<i>Anas platyrhynchos</i>	Casual: domesticado	-	-
<i>Anser anser</i>	Casual: domesticado	-	-
<i>Aramides saracura</i>	No está	Está	NO
<i>Calonectris diomedea</i>	No está	Está	NO
<i>Corvus splendens</i>	Casual: introducido	-	-
<i>Gallinago magellanica</i>	Está	Está	NO
<i>Hemithraupis guira</i>	No está	No está	SI
<i>Heteroxolmis dominicana</i>	Está	Está	NO
<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	No está	Está	NO
<i>Leucocarbo atriceps</i>	Está	Está	NO
<i>Limnocites sulphuriferus</i>	Está	Está	NO
<i>Melopsittacus undulatus</i>	Casual: introducido	-	-
<i>Nengetus cinereus</i>	Está	Está	NO
<i>Pluvianellus socialis</i>	No está	No está	SI
<i>Sporophila leucoptera</i>	No está	Está	NO
<i>Stilpnia peruviana</i>	No está	No está	SI
<i>Tachycineta leucopyga</i>	Está	Está	NO
<i>Tyrannus tyrannus</i>	No está	Está	NO
<i>Alouatta caraya</i>	No está	No está	SI
<i>Canis familiaris</i>	Casual: domesticado	-	-

<i>Cervus elaphus</i>	Casual: introducido	-	-
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Está	Está	NO
<i>Dasyopus septemcinctus</i>	Está	Está	NO
<i>Equus asinus</i>	Casual: domesticado	-	-
<i>Equus caballus</i>	Casual: domesticado	-	-
<i>Felis catus</i>	Casual: domesticado	-	-
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Casual: introducido	-	-
<i>Oxymycterus josei</i>	Está	Está	NO
<i>Chironius gouveai</i>	Está	Está	NO
<i>Dipsas turgida</i>	Está	Está	NO

Tabla A2: Especies no encontradas en la base de datos del Instituto Darwinion. Si la especie es introducida, se eliminó del análisis. El resto de especies fueron buscadas en las bases de POWO y GBIF. Aquellas que no estuviesen presentes en ninguna de las dos (sin contar los datos aportados por iNaturalist) se las marcó como registros novedosos.

Especie	Está en POWO:	Está en GBIF:	Es un registro novedoso
<i>Acacia baileyana</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Acacia podalyriifolia</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Albizia inundata</i>	Está	Está	NO
<i>Albizia julibrissin</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Angelphytum grisebachii</i>	Está	Está	NO
<i>Austroepatorium laetevirens</i>	No está	Está	NO
<i>Baccharis jocheniana</i>	No está	Está	NO
<i>Barrosoa candolleana</i>	No está	Está	NO
<i>Bauhinia variegata</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Bidens aurea</i>	Introducida	-	-
<i>Bidens laevis</i>	Está	Está	NO
<i>Bidens subalternans</i>	Está	Está	NO
<i>Brasiliopuntia brasiliensis</i>	Está	Está	NO
<i>Brugmansia arborea</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Brugmansia suaveolens</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Brunfelsia australis</i>	Está	Está	NO
<i>Brunfelsia pauciflora</i>	No está	No está	SI
<i>Calea cymosa</i>	Está	Está	NO
<i>Calea uniflora</i>	Está	Está	NO
<i>Calendula officinalis</i>	Introducida	-	-

<i>Calyptocarpus brasiliensis</i>	Está	Está	NO
<i>Carduus nutans</i>	Introducida	-	-
<i>Cereus hildmannianus</i>	Está	Está	NO
<i>Chromolaena callilepis</i>	Está	Está	NO
<i>Chromolaena christieana</i>	No está	Está	NO
<i>Chrysanthellum indicum</i>	No está	No está	SI
<i>Cosmos bipinnatus</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Cosmos sulphureus</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Cotula nigellifolia</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Dimerostemma grisebachii</i>	Está	Está	NO
<i>Dimorphotheca ecklonis</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Eclipta megapotamica</i>	Está	Está	NO
<i>Epiphyllum oxypetalum</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Erigeron canadensis</i>	No está	Está	NO
<i>Euryops chrysanthemoides</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Galinsoga parviflora</i>	Está	Está	NO
<i>Galinsoga quadriradiata</i>	No está	No está	SI
<i>Gazania rigens</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Glycine max</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Harrisia bonplandii</i>	No está	No está	SI
<i>Helenium amarum</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Helianthus annuus</i>	Introducida		
<i>Hysterionica montevidensis</i>	Está	Está	NO
<i>Isostigma peucedanifolium</i>	Está	Está	NO
<i>Lactuca sativa</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Lespedeza bicolor</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Lycium ciliatum</i>	No está	Está	NO
<i>Mikania pinnatiloba</i>	No está	Está	NO
<i>Mikania thapsoides</i>	Está	Está	NO
<i>Mimosa pigra</i>	Está	Está	NO
<i>Nicotiana tabacum</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Nierembergia ericoides</i>	No está	Está	NO
<i>Noticastrum marginatum</i>	No está	No está	SI
<i>Opuntia bonaerensis</i>	Está	Está	NO
<i>Opuntia ficus-indica</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Opuntia monacantha</i>	Está	Está	NO
<i>Parodia erinacea</i>	Está	Está	NO
<i>Parodia erubescens</i>	Está	Está	NO

<i>Parodia langsдорфii</i>	No está	Está	NO
<i>Parodia neoarechavaletae</i>	Está	Está	NO
<i>Parodia oxycostata</i>	No está	No está	SI
<i>Parodia tenuicylindrica</i>	Está	Está	NO
<i>Perezia multiflora</i>	Está	Está	NO
<i>Physalis peruviana</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Pomaria rubicunda</i>	Está	Está	NO
<i>Prosopis affinis</i>	Está	Está	NO
<i>Prosopis nigra</i>	Está	Está	NO
<i>Pseudogynoxys chenopodioides</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Santolina chamaecyparissus</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Selenicereus undatus</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Senecio angulatus</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Senecio tamoides</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Senegalia picachensis</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Solanum aethiopicum</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Solanum betaceum</i>	No está	No está	SI
<i>Solanum lycopersicum</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Solanum nigrum</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Solanum reineckii</i>	No está	Está	NO
<i>Solanum tuberosum</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Stenachaenium macrocephalum</i>	Está	Está	NO
<i>Taraxacum erythrospermum</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Thelesperma megapotamicum</i>	Está	Está	NO
<i>Tragopogon porrifolius</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Vachellia karroo</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Wisteria sinensis</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Youngia japonica</i>	Potencial introducida	-	-
<i>Zinnia elegans</i>	Potencial introducida	-	-

Anexo 3 - Encuesta realizada a usuarios de NaturalistaUY

1- ¿Tiene alguna formación relacionada con temáticas de biodiversidad?

- Sí
- No

2- Si respondiste que sí en la anterior, especifica de qué tipo:

(puedes seleccionar más de una opción)

- Estudio de nivel terciario
- Posgrado
- Curso corto
- Especialización
- Otra ____

3- ¿Cómo definirías tu afinidad por la naturaleza?

- Muy alta
- Alta
- Media
- Baja
- No tengo afinidad

4- ¿Con qué frecuencia sales a la naturaleza?

- Una vez a la semana
- Una vez al mes
- Cada 2-3 meses
- Sólo en vacaciones
- Una vez al año o menos

5- ¿Tenés por costumbre observar/interesarte por la naturaleza de tu alrededor cuando sales?

- Sí
- No

6- ¿Tenés afinidad por algún grupo en particular? Seleccioná el o los grupos:

- Aves
- Anfibios
- Reptiles
- Mamíferos
- Insectos
- Arácnidos
- Plantas
- Otro: ____

7- ¿Tenés afinidad/facilidad con el uso de la tecnología?

- Sí, tengo mucha facilidad
- Me manejo
- No, necesito ayuda

8- ¿Qué tipo de dispositivo utilizás para registrar?

- Celular
- Cámara profesional
- Cámara trampa
- Grabador de Sonido
- Otro: _