

El uso de la fotografía y la Ciencia Ciudadana como herramientas para la conservación de la biodiversidad

The use of photography and Citizen Science as tools for the conservation of biodiversity

Lauraborse BORSELLINO *

Resumen: la técnica fotográfica de fototrampeo y la Ciencia Ciudadana han hecho grandes aportes al conocimiento científico de la fauna a escala global. En este trabajo se analiza cómo se trabaja con estas herramientas en Sudamérica, se presentan casos de estudio y algunas problemáticas, relacionadas especialmente al archivo y gestión de imágenes obtenidas por medio de estas nuevas tecnologías, que aún quedan por resolver para poder hacer uso de todo su potencial.

Palabras clave: Ciencia Ciudadana; conservación de la biodiversidad; fototrampeo.

Abstract: the use of trail cameras for wildlife photography and the Citizen Science have made considerable contributions to scientific knowledge about the fauna on a global scale. In this paper, we analyze how this tool is used in South America, presenting case studies and some problems related, in specific to the archive and the image management obtained through these new technologies which are still unresolved constraining the possibility of taking full advantage of their potential.

Keywords: biodiversity conservation; Citizen Science; trail camera technique.

1 Introducción

La Biodiversidad es la variedad de la vida, en sus diferentes manifestaciones; incluye todas las formas, niveles y combinaciones de las variaciones naturales (Gaston & Spicer, 2004). El *Convenio sobre la Biodiversidad Biológica* (Naciones Unidas, 1992, pp. 3-4) la define como

la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

El Convenio también expresa que la preservación de la diversidad biológica es de interés común a toda la humanidad, presente y futura, y se otorga como objetivo su conservación, la utilización sostenible de los recursos naturales y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de estos recursos.

* Licenciada en Ciencias de la Comunicación por la Universidad de Buenos Aires (UBA-Argentina). Aluna de la Maestría en Conservación de Biodiversidad (UBA). E-mail: laura.borse@gmail.com

Según la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2017a), por diversos motivos como la reducción de hábitat, caza y tráfico ilegal, introducción de especies exóticas invasoras y cambio climático, de las 63.837 especies evaluadas por el organismo, 19.817 están amenazadas de extinción, incluyendo el 41% de los anfibios, 33% de los corales de arrecifes, 25% de los mamíferos y 13% de las aves. En Sudamérica de 14.060 especies evaluadas bajo los criterios de la Lista Roja, 4.445 se encuentran como amenazadas de extinción (es decir casi el 32% de las especies evaluadas) y 665 especies están críticamente amenazadas (IUCN, 2017b).

En línea con el *Convenio sobre la Biodiversidad Biológica*, la Comisión Asesora sobre la Biodiversidad y Sustentabilidad — que es dependiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (Mincyt) de Argentina — “reconoce especialmente el valor intrínseco de la diversidad biológica, su importancia como elemento básico para la supervivencia de la humanidad y su relevancia como objeto de estudio científico, además de su significado social, económico, cultural y educativo” (2009, p. 2). En el documento titulado *Aportes desde la ciencia y la tecnología hacia las investigaciones, conservación y uso sustentable de la Biodiversidad* se reconoce explícitamente el rol primordial que la tecnología ofrece al conocimiento y resguardo de la flora y fauna nativas (Comisión Asesora sobre la Biodiversidad y Sustentabilidad, 2009).

Uno de los problemas que encuentran las acciones tendientes a la conservación de la biodiversidad es justamente la inequidad en el acceso a tecnologías que permiten estudiar y planificar medidas para la protección de especies y ecosistemas y la falta de intercambio de información entre científicos, así como el desarrollo de software y herramientas que permitan sistematizar y unificar datos para poder luego ser analizados de forma colectiva. Por eso, el *Convenio sobre la Diversidad Biológica*, en su artículo 12, establece que las partes firmantes

promoverán y fomentarán la investigación que contribuya a la conservación y a la utilización sostenible de la diversidad biológica, particularmente en los países en desarrollo.... [y] Promoverán la utilización de los adelantos científicos en materia de investigaciones sobre diversidad biológica para la elaboración de métodos de conservación y utilización sostenible de los recursos biológicos, y cooperarán en esa esfera (Naciones Unidas, 2009, p. 9).

En los últimos años, la popularización de medios de registro fotográficos, como cámaras *réflex*, dispositivos de fototrampeo, cámaras de video, grabadoras de audio digital, aplicaciones informáticas para teléfonos celulares y páginas *web* han permitido avances en este sentido, ya que la mayor accesibilidad a las tecnologías de captura de datos ha sido acompañada por el desarrollo de herramientas de archivo y análisis de datos. Estas herramientas son utilizadas tanto por científicos y técnicos como por el público en general, desarrollando verdaderas comunidades globales a través de las cuales se intercambia información sobre miles de especies animales y

vegetales proporcionando una gran cantidad de datos que pueden ser luego utilizados por científicos profesionales de la conservación de todo el mundo.

2 Fotografía y Ciencia Ciudadana

El estudio de los hábitats y distribución de especies en la naturaleza requiere de un gran esfuerzo de monitoreo y recolección de datos, a través de mucho tiempo y a escala global. Una de las maneras en que esa información puede ser obtenida por científicos es a través de la llamada *Ciencia Ciudadana*, definida como la integración del público general en la recolección de grandes cantidades de datos sobre fauna y flora, a través de diversos hábitats y lugares por largos períodos de tiempo (Bonney et al., 2009). Además, gracias a internet, esa información puede ser compartida de manera pública utilizando diversas plataformas online y utilizada luego por científicos de cualquier lugar del mundo. Uno de los proyectos de recolección de datos a través del uso de Ciencia Ciudadana más ambicioso y utilizado a nivel global es *eBird*¹, una plataforma online creada y gestionada en Estados Unidos, por la Universidad de Cornell y la National Audubon Society, a través de la cual miles observadores de aves de todo el mundo se han registrado y armado listas de observaciones, creando mapas para cada especie observada en un lugar y hora determinado (Bonney et al., 2009; Sullivan et al., 2014). En Sudamérica existen sitios similares, como *Ecoregistros*², *Wiki Aves*³ y *Wiki Aves de Colombia*⁴. Estos sitios funcionan como base de datos creadas y mantenidas de forma comunitaria con el objetivo de compartir información sobre registros de fauna regional y aportar al conocimiento de su distribución y ecología. Existen también aplicaciones para celulares, de carácter global como *iNaturalist*⁵, o, a nivel local, como *iRecord*⁶ en el Reino Unido.

El modelo de Ciencia Ciudadana tiene como objetivo que sus proyectos también estimulen a los participantes del público en general a aprender más sobre los animales de los que están tomando datos y además tengan una experiencia real sobre el proceso de investigación científica a la que están contribuyendo (Bonney et al., 2009). Estos sitios han logrado atraer a miles de individuos que recolectaron y aportaron información sobre la observación de aves, que además se informaron sobre los resultados de estos estudios, desarrollando mapas y gráficos basados en la *web* e incluso han analizado los datos ellos mismos. Son proyectos basados en millones de observaciones individuales al año. Estas informaciones recolectadas por la gente luego son analizadas para estudiar tendencias poblacionales, cambios en la distribución de hábitats y fenologías, etc. Los resultados suelen ser publicados en

¹ <http://www.birds.cornell.edu/citscitoolkit/projects/clo/eBird/>

² <http://www.ecoregistros.org/site/index.php>

³ <http://www.wikiaves.com/>

⁴ http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=Introduccion

⁵ <https://www.inaturalist.org/>

⁶ <https://www.brc.ac.uk/irecord/>

revistas científicas y ayudan tanto a informar a la población como a los encargados de tomar decisiones sobre manejo de especies (Bonney et al., 2009).

Una vez que los datos han sido obtenidos por el público, pueden ingresarse en una base de datos online y cualquier persona con acceso a internet puede explorar la información allí contenida usando varias opciones de visualización. Estas herramientas de filtrado son usadas por miles de participantes de distintos proyectos ecológicos por mes para ver cómo sus contribuciones se relacionan con las hechas por otros participantes. Asimismo, la información es usada por científicos, gestores y conservacionistas que buscan patrones de abundancia de especies y sus cambios a través del tiempo (Bonney et al., 2009). Por ejemplo, los datos obtenidos a través de *eBird* son accesibles gratuitamente y usados por un amplio espectro de interesados que incluyen tanto estudiantes, educadores y científicos como ONGs, agencias gubernamentales, gestores territoriales y formuladores de políticas públicas (Sullivan et al., 2014).

Según estudios, en la década pasada, más de 90 publicaciones utilizaron información obtenida a través de este proyecto. En el último año más de 1100 individuos de 40 países han pedido informaciones o estudios del proyecto, realizando más de 3400 descargas de datos. Sullivan et al. (2014) analizaron estos pedidos de información y concluyeron que casi el 50% de los mismos provinieron de individuos que se declararon como estudiantes o académicos, buscando información para proyectos de investigación. La mayoría de ellos buscaba datos sobre distribución, pero también para fundamentar proyectos de *Geographic Information System* (GIS), estadísticas o programas de computación. Muchas ONGs y dependencias gubernamentales requirieron los datos con el fin de conocer la ocurrencia de especies tanto en tierras públicas como privadas. Miembros del público en general lo utilizaron para conocer las especies presentes en áreas de su interés mientras usuarios comerciales buscaban información para producir informes de impacto ambiental para gobiernos locales o regionales.

Si bien en líneas generales los proyectos de Ciencia Ciudadana han contribuido en muchos aspectos: generando entusiasmo en el público no académico en participar de estudios científicos, colaborando con la difusión de información ambiental y educación del público general, proveyendo gran cantidad de información a científicos y técnicos y avanzando considerablemente en el desarrollo de herramientas informáticas que apoyan los trabajos de conservación de biodiversidad en Sudamérica, también persisten aún muchos problemas con este tipo de herramienta que aún quedan por resolver.

Consultado sobre la potencialidad de los sitios online de registros de especies en Sudamérica, el creador del sitio *Ecoregistros*, Jorge La Grottería, comentó que si bien han tenido muchos pedidos de instituciones científicas sobre registros que se han publicado en su sitio, él considera que la función más relevante del sitio es contribuir

a la difusión y educación del público en general sobre la fauna de la región. Asegura que es necesario no perder de vista que estas bases de datos son herramientas que pueden ser utilizadas tanto para apoyar estudios científicos como para proveer de información sobre la presencia de especies de interés para traficantes y cazadores. Los registros públicos creados por comunidades de aficionados son una herramienta más, pero depende de los proyectos de conservación y de las políticas públicas utilizarlos para ese fin.

Aún así, no es despreciable el aporte que este sitio ha hecho al avance del conocimiento biológico de la región. Sus registros han sido utilizados por ornitólogos argentinos para la construcción de mapas de distribución de especies, como los incluidos en la *Guía de identificación de aves de Argentina y Uruguay* de Tito Narosky y Darío Yzurieta (2010). En el año 2016 las *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino"* publican seis volúmenes de Martín De La Peña: *Aves argentinas: descripción, comportamiento, reproducción y distribución* (2016a, 2016b, 2016c, 2016d, 2016e, 2016f); cuando llega a su página un registro novedoso se sugiere al autor publicar el hallazgo a través de la revista científica, que el mismo sitio publica, ya que una fotografía en un sitio *web* no es suficiente para ser considerado un registro científico, siendo su principal tarea contactar a las instituciones que requieren los datos de registro con los autores del mismo para que puedan colaborar en conjunto.

3 Técnica de fototrampeo

Las imágenes obtenidas por la técnica del *fototrampeo* sustentan investigaciones ecológicas, redes de inventarios y monitoreos y catálogos de biodiversidad (Harris, Thompson, Childs & Sanderson, 2010). Esta técnica utiliza cámaras fotográficas analógicas o digitales, provistas de un sensor infrarrojo que obturan automáticamente al detectar el paso de cualquier objeto o cuerpo en movimiento dentro de su intervalo de detección (Botello, Monroy, Illoldi-Rangel, Trujillo-Bolio & Sánchez-Cordero et al., 2007). Las cámaras trampa y las imágenes que se obtienen de ellas están convirtiéndose en una herramienta esencial para los biólogos de campo y el estudio y monitoreo de animales terrestres, en particular mamíferos y aves de mediano y gran tamaño.

Con esta técnica se puede obtener información sobre la presencia y abundancia de muchas especies de difícil detección en ambientes complicados de monitorear. Es una herramienta accesible y eficaz para documentar también el estado de conservación del área en cuestión y aporta datos para apoyar decisiones de manejo y protección ambiental. Ofrece la ventaja de ser un método sin manejo directo de los animales y no resulta invasivo, ya que el investigador no necesita estar todo el tiempo en la zona de estudio, lo que facilita tanto el trabajo del científico como también evita que los animales cambien su comportamiento debido a la presencia de humanos (Azuara & Medellín, 2007).

Las imágenes obtenidas por esta técnica y distribuidas al público sirven para llamar la atención sobre estos animales y así, generar una mayor conciencia sobre la biodiversidad. Con las cámaras trampa se obtienen fotos espontáneas, naturales e imposibles de conseguir cuando un animal detecta la presencia humana. También han cambiado un poco la forma de ver la naturaleza, en tanto algunas especies que antes se consideraban muy raras y con alto riesgo de extinción fueron fotografiadas aún cerca de centros poblados demostrando que aún persisten poblaciones viables. (Díaz-Pulido & Payán Garrido, 2012). Por ejemplo, las cámaras trampa han sido utilizadas para calcular densidades de individuos vía captura de imágenes de ejemplares con características individuales reconocibles (sexo, manchas en el pelaje, características físicas distinguibles, etc.), estudiar patrones y hábitos de uso, obtener información sobre la distribución y uso del hábitat, identificar nuevas especies, determinar estructura y comportamiento de poblaciones, medir tendencias de ocupación, y estimar densidades locales, que es el objetivo máspreciado del monitoreo de fauna. (Fegraus et al., 2011).

En los últimos años, las cámaras trampa han evolucionado hacia la tecnología digital, produciendo hoy en día cientos de imágenes disponibles instantáneamente y una gran cantidad de metadatos (fecha y hora, temperatura del ambiente, tamaño de imagen, etc.). Aún así, todavía no se han desarrollado programas de software capaces de estandarizar toda la información para que los biólogos puedan ordenar y hacer uso de la gran cantidad de datos que ahora pueden obtener mediante esta herramienta (Fegraus et al., 2011). En los casos en que las imágenes obtenidas han podido ser analizadas mediante el uso de protocolos estandarizados, se ha demostrado que pueden ser usadas como indicadores de cambios en la tasa de pérdida de biodiversidad de medianos y grandes vertebrados en bosques tropicales y sabanas (O'Brien, Baillie, Krueger, & Cuke, 2010).

Lamentablemente, estos problemas de estandarización de los datos de las imágenes obtenidas por fototrampeo aún persisten, generando grandes problemas para aprovechar todo el potencial que esta tecnología ofrece a los científicos. Una de las consecuencias principales es la poca capacidad tecnológica de indexar grandes volúmenes de imágenes y la falta de una organización sistemática para ordenar las fotografías. En el presente, existen pocas herramientas informáticas que permitan a los científicos utilizar las imágenes de forma estandarizada, lo que resulta en gran cantidad de información que queda sin analizar, complicando luego la retribución de la información, el análisis y la colaboración entre especialistas, las comparaciones entre sitios de archivos y la opción de metaanálisis, el resultado: el fototrampeo resulta una herramienta que no es aprovechada al máximo (Harris et al., 2010).

4 Caso de estudio con fototrampeo: yagareté (*Panthera onca*) en Sudamérica

A través de toda su distribución el *yagareté*, *tigre criollo*, *otorunco*, *onça pintada* o *jaguar* (como se lo conoce en Norteamérica) — *Panthera onca*, su nombre científico

— es un ícono de la conservación por varias razones: juega un rol esencial en los ecosistemas que habita por ser un carnívoro predador tope, por su valor cultural y económico, y su potencial conflicto con el ganado. Sin embargo, este felino, el más grande de América, siempre ha sido muy difícil de monitorear por los científicos (Silver et al., 2004). Culturalmente es un animal que tiene un significado importante en todo el continente, ha sido reverenciado como símbolo de poder y belleza y esa imagen tan fuerte, junto a su importancia ecológica, lo convierte en una especie bandera ideal para apoyar proyectos de conservación a nivel local y global en los ambientes donde se lo encuentra (Soisalo & Cavalcanti, 2006).

Figura 1: Severino, yaguareté macho, que vive en la provincia de Salta, Argentina.



Fuente: Fotografía obtenida por medio de fototrampeo, cortesía de la Red Yaguareté. Recuperado de <http://www.redyaguarete.org.ar/sitio/galerias/severino/severinoweb.jpg>

El monitoreo de poblaciones de yaguareté en Sudamérica con cámaras trampa constituye un caso bastante particular del uso de esta técnica fotográfica que en los últimos años ha avanzado enormemente y provisto de gran cantidad de información sobre este extraordinario felino americano. El yaguareté habita áreas de pastizal y selvas tropicales, desde México hasta Argentina, y por todo lo expuesto anteriormente, es uno de los animales que más está acaparando los esfuerzos de conservación en la región. Actualmente, su área de distribución en el continente está muy reducida y fue categorizado como "casi amenazado" por la IUCN (2017c) con tendencia poblacional en disminución. En Argentina está catalogado como "en peligro crítico" (Ojeda, Chillo, & Díaz Isenrath, 2012), en Brasil (Paula, Desdiz & Cavalcanti, 2013), Bolivia (Aguirre et al., 2009) y Colombia (Payán-Garrido et al., 2013) su estado de conservación es "vulnerable" y en México es una especie "sujeta a protección especial" (NOM-059-SEMARNAT-2001, 2002).

Este felino habita grandes extensiones de territorio, que suelen quedar por fuera de las áreas protegidas oficialmente. Sus mayores amenazas son la pérdida,

fragmentación y degradación de los ambientes donde ocurre, la persecución y caza ilegal y la reducción de disponibilidad de sus presas. Mientras grandes proporciones de territorio son reconvertidas para la agricultura, ganadería y actividades humanas, muchas poblaciones de yaguaretés hoy conviven con humanos y sus actividades, exponiéndolos a encuentros conflictivos, especialmente cuando se sospecha que pueden ocasionar ataques al ganado, lo que genera intolerancia y persecución hacia los grandes predadores (Soisalo & Cavalcanti 2006).

Como otros grandes felinos, los yaguaretés son difíciles de monitorear debido a que suelen ser crípticos y camuflarse perfectamente en las áreas en que habitan; su área de acción abarca un gran territorio y viven a baja densidad poblacional. Para salvar estos obstáculos, se adaptó la técnica de fototrampeo que dio buenos resultados en Asia para monitorear tigres (*Panthera tigris*), en la India. Debido a que ambas especies presentan marcas en el pelaje que posibilitan reconocer por patrones individuales a cada ejemplar, las fotografías obtenidas con esta herramienta permiten estimar la abundancia de estos felinos en el área de estudio (Silver et al., 2004, Soisalo & Cavalcanti, 2006).

El yaguareté, símbolo de la gran belleza y riqueza de la fauna americana, lamentablemente, hoy se encuentra con su futuro gravemente amenazado. Sin embargo, no todo son malas noticias, ya que gracias a la difusión y educación que muchos científicos y ONGs están realizando en la región, se han podido desarrollar investigaciones para tomar medidas de conservación urgente en varios países, incluso generando redes de trabajo que traspasan las fronteras regionales.

Figura 2: Mombyry, yaguareté macho, que vive en el Parque Provincial Salto Encantado, en la provincia de Misiones, Argentina.



Fuente: Fotografía obtenida por medio de fototrampeo, cortesía de la Red Yaguareté. Recuperado de http://www.redyaguarete.org.ar/sitio/galerias/mombyry/mombyry_4.jpg

Las investigaciones con la técnica de fototrampeo en Sudamérica, para aprender más sobre este grandioso animal y cómo protegerlo, están aumentando en todo el continente. A modo de ejemplo, podemos nombrar algunas como el estudio de Palacios-Mosquera, Rengifo, y Jiménez-Ortega (2014), realizado en el Chocó, Colombia, que obtuvo el primer registro fotográfico de yagareté para la zona gracias al uso de cámara trampa. En el Valle de Tuichi, Bolivia, Wallace, Gómez, Ayala, y Espinoza (2003) comprobaron por el mismo medio técnico que la actividad humana en la región es la responsable de la baja densidad de ocurrencia de este gran felino en el área. En Pantanal, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, Soisalo e Cavalcanti (2006) realizaron el primer estudio de población de yagareté mediante la combinación de cámaras trampa y telemetría, logrando comparar el uso de ambas tecnologías para este tipo de trabajo. El Pantanal es considerado un área clave para la supervivencia a largo plazo de este animal, así como también un lugar bastante conflictivo debido al crecimiento de actividad agropecuaria en la zona y la alta densidad de felinos que la habitan, siendo potenciales atacantes del ganado. El Pantanal es un área clave para la conservación de muchas especies de flora y fauna en Sudamérica y además es considerado un paraíso para los fotógrafos de fauna silvestre que acuden de a miles cada año a disfrutar de esas maravillas (Pivatto, Sabino, Favero, & Michels, 2007).

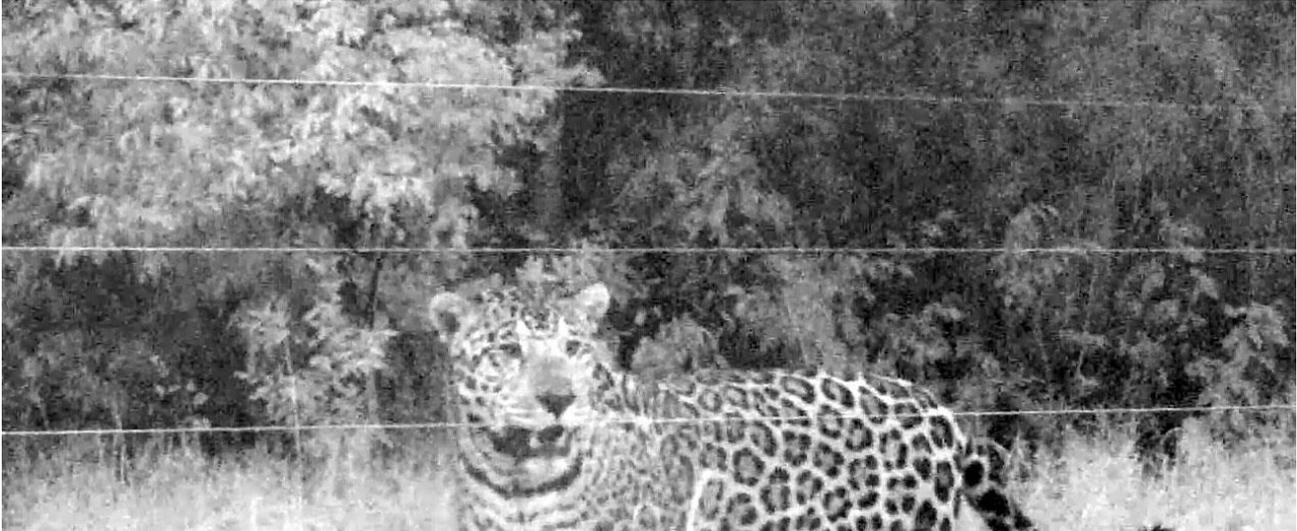
Los resultados de estos estudios permitieron concluir que, si bien el uso de cámaras trampa implica un costo considerable de dinero, incluso una baja cantidad de imágenes obtenidas por este medio proveyeron de información sobre estos felinos.

En Argentina, la Red Yagareté⁷ ha realizado trabajos pioneros con el uso de la cámara trampa, identificando a más de 20 ejemplares diferentes en la Selva Paranaense, al noreste del país, y en la región de *yungas*, al noroeste argentino y en la región del Chaco, ubicada entre estas dos ecorregiones. Esta institución realiza acciones de monitoreo en conjunto con parques nacionales y reservas privadas, buscando información sobre la cantidad de felinos que habitan en esas regiones, comportamiento, amenazas, interacción con otras especies (Gantchoff et al., 2016) para obtener datos que permitan generar planes de intervención para asegurar su supervivencia.

Una de las acciones más innovadoras que esta organización lleva a cabo es la instalación de alambrados en corrales de ganado que evitan que los ataques de este felino, para comprobar su eficacia han recurrido a grabaciones de cámaras trampa a través de las cuales pudieron observar el comportamiento de los yagaretés, que evitaban acercarse al alambrado y se alejaban de los corrales con el tratamiento⁸.

⁷ <http://www.redyaguarete.org.ar/>

⁸ <http://www.redyaguarete.org.ar/lineas-de-accion/convivencia-yaguarete-y-personas/>

Figura 3: yagüareté caminando del lado externo al corral electrificado.

Fuente: Fotografía obtenida por medio de fototrampeo, cortesía de la Red Yagüareté. Recuperado de <http://www.redyaguarete.org.ar/sitio/wp-content/uploads/2017/01/RedYaguarete-PNUD-CAS.pdf>

Toda la información que la Red obtiene se mantiene en bases de datos dinámicas que son compartidas con otros grupos de investigadores de Argentina y la región. En cuanto al archivo y análisis de las imágenes obtenidas, la meta que la Red persigue es conformar una base de datos única que brinde un panorama completo y constantemente actualizado acerca del estado de las poblaciones existentes de yagüareté en la Argentina accesible a ONGs, gobiernos y tomadores de decisiones. Gracias a los datos y trabajo obtenidos por sus trabajos se logró realizar un plan de acción por ecorregión, en el año 2004, creando tres subcomisiones de trabajo (una para cada ecorregión del país donde existe población de yagüareté) con miras a generar un plan nacional conjunto.

5 Conclusiones

Ya es un hecho que los estudios realizados utilizando cámaras trampa son un excelente instrumento para fundamentar acciones de conservación de especies y ecosistemas en todo el mundo. Sin embargo, hoy se piensa más allá de ese objetivo. Es necesario avanzar hacia el desarrollo de protocolos y software de manejo de datos, el análisis y la interpretación y aplicación para los tomadores de decisiones (Azuara & Medellín, 2007). La información básica obtenida de las imágenes no se ha organizado de manera formal y sistemática, a modo de colección científica (Botello et al., 2007), aunque ya muchos investigadores están trabajando en esa dirección y desarrollando software especial para estandarizar los datos y hacerlos accesibles y analizables con mayor facilidad a todos los científicos que los requieran.

En cuanto al caso del yagüareté, la técnica fotográfica de captura/recaptura en imágenes resultó una herramienta invaluable para la formulación de planes locales y globales de conservación de esta especie. Con la información obtenida de las

poblaciones monitoreadas, especialistas en conservación ya pueden empezar a tomar decisiones basadas en los principios del manejo de pequeñas poblaciones (Silver et al., 2004). Un aspecto central a resaltar es que este animal tan fuertemente asociado a la cultura latinoamericana también ofrece una oportunidad de trabajo conjunto⁹ entre los países donde habita para llevar adelante planes y proyectos de conservación del yagareté, su ambiente y sus presas, considerando que los animales desconocen las fronteras políticas y se mueven en grandes territorios. Debe trabajarse con *corredores verdes* (Paviolo et al., 2016), fomentar la educación ambiental en las poblaciones para minimizar riesgos ante encuentros con grandes carnívoros, trabajar en medidas de reducción de ataques al ganado y represalias de productores, insistir fuertemente en que las autoridades gubernamentales apliquen medidas contra la caza y penalidades efectivas ante quienes las realizan y tomen urgentes medidas para evitar muertes por atropellamiento en las rutas, las cuales son una grave amenaza para todos los animales en la región.

El desarrollo y la mayor accesibilidad de tecnologías como las cámaras digitales ha permitido que mucha gente con inquietudes sobre la fauna con la que convive pueda participar activamente en proyectos para su investigación y protección y de los ambientes en que viven. La Ciencia Ciudadana es un buen instrumento, ya que, utilizado con ese fin, permite a cualquier persona con interés aportar al conocimiento, generado en conjunto con otras personas que no necesariamente son técnicos o profesionales, gran cantidad de información que fortalece la popularización y democratización del conocimiento.

Quizá aún es temprano para poder ver resultados más generalizados, pero en países donde el acceso a la educación formal universitaria es minoritario, donde escasean los fondos para realizar investigaciones que impliquen tecnologías caras y con necesidad urgente de proteger ambientes donde es muy difícil y costoso realizar trabajos de campo, estas herramientas dan, tanto al público en general como al especializado, una oportunidad de trabajar comunitariamente y socializar los resultados, haciendo parte a la sociedad en general de la producción de conocimiento científico.

En algún futuro no muy lejano, quizá este aprendizaje compartido socialmente abra las puertas a la posibilidad de habilitar y fomentar la participación activa de la sociedad, interesada e informada, en la toma de decisiones y la creación e implementación de programas de conservación de los ambientes donde vivimos y del cuidado de la fauna con la que todos convivimos.

⁹ Existe un proyecto de monitoreo conjunto entre el *Proyecto Yagareté*, de Argentina (<http://proyectoaguarete.com.ar/proyecto-yaguarete/>) y el *Projeto Carnívoros do Iguaçu*, de Brasil (<http://www.carnivorosdoiguacu.org/>).

6 Referencias

- Aguirre, L., Aguayo, R., Balderrama, J., Cortez, C., Tarifa, T., & Rocha, O. (Eds.). (2009). *Libro rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia*. La Paz: Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Recuperado de http://bolivianamphibianinitiative.org/wp-content/uploads/2015/07/Libro-Rojo-Bolivia_2009_vs1.pdf
- Azuara, D., & Medellín, R. (2007). Fototrampeo como herramienta para el estudio del jaguar y otros mamíferos en la Selva Lacandona, Chiapas. In C. Ceballos, G., C. Chávez, R. List, & H. Zarza. (Eds.). *Conservación y manejo del jaguar en México: estudios de caso y perspectivas* (pp. 143-153). Ciudad de México: Conabio, UNAM. Recuperado de <http://contenidosabiertos.academica.mx/jspui/bitstream/987654321/124/1/LibroJaguar2007.pdf>
- Bonney, R., Cooper, C., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K., & Shirk, J. (2009). Citizen Science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience* 59 (11), 977-984. Retrieved from <https://academic.oup.com/bioscience/article/59/11/977/251421/Citizen-Science-A-Developing-Tool-for-Expanding>
- Botello, F., Monroy, G., Illoldi-Rangel, P., Trujillo-Bolio, I. & Sánchez-Cordero, V. (2007). Sistematización de imágenes obtenidas por fototrampeo: una propuesta de ficha. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 78 (1), 207-210. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v78n1/v78n1a21.pdf>
- Comisión Asesora sobre la Biodiversidad y Sustentabilidad. (2009). *Aportes desde la ciencia y la tecnología hacia las investigaciones, conservación y uso sustentable de la Biodiversidad*. Buenos Aires: Mincyt. Recuperado de <http://www.mincyt.gov.ar/post/descargar.php?idAdjuntoArchivo=22561>
- Naciones Unidas (1992). *Convenio sobre la Biodiversidad Biológica*. Recuperado de <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- De la Pena, M. (2016a). Aves argentinas: descripción, comportamiento, reproducción y distribución, Rheidae a Pelecanoididae. *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (nueva serie)*, 19 (1), 1-459. Recuperado de http://www.museoameghino.gob.ar/archivos/repositorios/172_descarga_155_de_la_pena_mr_2016_aves_argentinas_descripcion_comportamiento_reproduccion_y_distribucion_rheidae_a_pelecanoididae_com_mus_prov_cs_nat_florentino_ameghino_nueva_serie_19_1_1459.pdf
- De la Pena, M. (2016b). Aves argentinas: descripción, comportamiento, reproducción y distribución, Ciconiidae a Heliornithidae. *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (nueva serie)*, 19 (2), 1-437. Recuperado de http://www.museoameghino.gob.ar/archivos/repositorios/172_descarga_156_de_la_pena_mr_2016_aves_argentinas_descripcion_comportamiento_reproduccion_y_distribucion_ciconiidae_a_heliornithidae_com_mus_prov_cs_nat_florentino_ameghino_nueva_serie_19_2_1437.pdf

[o reproduccion y distribucion ciconiidae a heliornithidae com mus prov cs nat florentino ameghino nueva serie 19 2 1437.pdf](#)

De la Pena, M. (2016c). Aves argentinas: descripción, comportamiento, reproducción y distribución, Charadriidae a Trochilidae. *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (nueva serie)*, 20 (1), 1-627. Recuperado de http://www.museoameghino.gob.ar/archivos/repositorios/172_descarga_157_de_la_pena_mr_2016_aves_argentinas_descripcion_comportamiento_reproduccion_y_distribucion_charadriidae_a_trochilidae_com_mus_prov_cs_nat_florentino_ameghino_nueva_serie_20_1_1627.pdf

De la Pena, M. (2016d). Aves argentinas: descripción, comportamiento, reproducción y distribución, Trogonidae a Furnariidae. *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (nueva serie)*, 20 (2), 1-620. Recuperado de http://www.museoameghino.gob.ar/archivos/repositorios/172_descarga_158_de_la_pena_mr_2016_aves_argentinas_descripcion_comportamiento_reproduccion_y_distribucion_trogonidae_a_furnariidae_com_mus_prov_cs_nat_florentino_ameghino_nueva_serie_20_2_1620.pdf

De la Pena, M. (2016e). Aves argentinas: descripción, comportamiento, reproducción y distribución, Tyrannidae a Turdidae. *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (nueva serie)*, 21 (1), 1-639. Recuperado de http://www.museoameghino.gob.ar/archivos/repositorios/172_descarga_159_de_la_pena_mr_2016_aves_argentinas_descripcion_comportamiento_reproduccion_y_distribucion_tyrannidae_a_turdidae_com_mus_prov_cs_nat_florentino_ameghino_nueva_serie_20_2_1639.pdf

De la Pena, M. (2016f). Aves argentinas: descripción, comportamiento, reproducción y distribución, Mimidae a Passeridae. *Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino" (nueva serie)*, 21 (2), 1-569. Recuperado de http://www.museoameghino.gob.ar/archivos/repositorios/172_descarga_160_de_la_pena_mr_2016_aves_argentinas_descripcion_comportamiento_reproduccion_y_distribucion_mimidae_a_passeridae_com_mus_prov_cs_nat_florentino_ameghino_nueva_serie_21_2_1569.pdf

Díaz-Pulido, A. & Payán Garrido, E. (2012). *Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Panthera. Recuperado de <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/20.500.11761/31415/1/240.pdf>

Fegraus, E., Kay Lin, Ahumada, J., Baru, C., Chandra, S., & Youn, C. (2011). Data acquisition and management software for camera trap data: a case study from the TEAM Network. *Ecological Informatics*, 6 (6), 345–353. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574954111000549>

- Gaston, K. & Spicer J. (2004). *Biodiversity: an introduction*. New Jersey: Blackwell
- Gantchoff, M., Lodeiro Ocampo, N., Nigro, N., Conil, J., Palaia, J., & Gnatiuk, D. (2016). Presencia y actividad del yaguaré (Panthera onca) y puma (Puma concolor) en el Parque Provincial Salto Encantado y alrededores, Provincia de Misiones, Argentina. *Nótulas Faunísticas* (segunda serie), 7 (203), 1-8. Recuperado de <http://www.fundacionazara.org.ar/img/notulas-faunisticas/articulos/notula-203.pdf>
- Harris, G., Thompson, R., Childs, J. & Sanderson, J. (2010). Automatic storage and analysis of camera trap data. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 91 (3), 352-360. Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/0012-9623-91.3.352/full>
- International Union for Conservation of Nature. (2017a). *The IUCN red list of threatened species*. Retrieved from www.iucnredlist.org
- International Union for Conservation of Nature. (2017b). *Lista Roja de UICN*. Recuperado de <https://www.iucn.org/es/regiones/am%C3%A9rica-del-sur/nuestro-trabajo/pol%C3%ADticas-de-biodiversidad/lista-roja-de-uicn>
- International Union for Conservation of Nature. (2017c). *Panthera onca*. Retrieved from <http://www.iucnredlist.org/details/15953/0>
- Narosky, T. & Yzurieta, D. (2010). *Guía de identificación de aves de Argentina y Uruguay*. Buenos Aires: Vázquez Mazzini.
- NOM-059-SEMARNAT-2001 (antes NOM-059-ECOL-2001): protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo* (norma oficial mexicana). Recuperado de <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/ecol/ecol059-02.pdf>
- O'Brien, T., Baillie, J., Krueger, L., & Cuke, M., (2010). The Wildlife Picture Index: monitoring top trophic levels. *Animal Conservation*, 13 (4), 335-343. Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/wol1/doi/10.1111/j.1469-1795.2010.00357.x/full>
- Ojeda, R., Chillo V., & Díaz Isenrath, G. (Eds.). (2012). *Libro rojo de mamíferos amenazados de Argentina*. Mendoza: SAREM. Recuperado de <https://www.sarem.org.ar/wp-content/uploads/2015/03/Libro-Rojo-de-mamiferos-amenazados-de-la-Argentina-2012.pdf>
- Palacios-Mosquera, L., Rengifo, J., & Jiménez-Ortega, A. (2014). Primer registro fotográfico del jaguar (Panthera onca Linnaeus, 1758) en la zona norte del Chocó biogeográfico colombiano (Pacurita, Chocó, Colombia). *Revista Biodiversidad Neotropical*, 4 (1), 33-36. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.18636/bioneotropical.v4i1.185>

- Paula, R., Desdizez, A., & Cavalcanti, S. (Eds.). (2013). *Plano de ação nacional para a conservação da onça-pintada*. Brasília: ICMBio. Recuperado de <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/pan-onca-pintada/livro-onca-pintada.pdf>
- Paviolo, A., De Angelo, C., Ferraz, K., Morato, R., Pardo, J., Srbek-Araujo A. ... Azevedo, F. (2016). A biodiversity hotspot losing its top predator: The challenge of jaguar conservation in the Atlantic Forest of South America. *Scientific Reports*, 6. Retrieved from <https://www.nature.com/articles/srep37147>
- Payán Garrido. E., Castaño-Uribe. C., González-Maya, J., Soto, C., Valderrama Vásquez, C. & Ruiz-García, M. (2013). Distribución y estado de conservación del jaguar en Colombia. In E. Payán Garrido, & C. Castaño-Uribe. (Eds.). *Grandes Felinos de Colombia* (Vol. 1, pp. 23-36). Bogotá: Panthera Colombia. Recuperado de https://www.academia.edu/4058444/Distribuci%C3%B3n_y_estado_de_conservaci%C3%B3n_del_jaguar_en_Colombia
- Pivatto, M., Sabino, J., Favero, S., & Michels, I. (2013). Profile and viability of birdwatching tourism in the South Pantanal and Bodoquena Plateau (Mato Grosso do Sul) according to visitor's interests. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 15 (31), 520-529. Retrieved from <http://www4.museu-goeldi.br/revistabronito/revista/index.php/BJO/article/view/3102>
- Silver, S., Ostro, L., Marsh, L., Maffei, L., Noss, A., Kelly, M. ... Ayala, G. (2004). The use of camera traps for estimating jaguar (*Panthera onca*) abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx*, 38 (2), 148-154. Retrieved from <http://www.mjkelly.info/Publications/silver.pdf>
- Soisalo, M. & Cavalcanti S. (2006). Estimating the density of a jaguar population in the Brazilian Pantanal using camera-traps and capture–recapture sampling in combination with GPS radio-telemetry. *Biological Conservation*, 129 (4), 487-496. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320705005033>
- Sullivan, B., Aycrigg, J., Barry, J., Bonney, R., Bruns, N., Cooper, C. ... Kelling, S. (2014). The eBird enterprise: an integrated approach to development and application of citizen science. *Biological Conservation*, 169, 31-40. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.11.003>
- Wallace, R., Gómez, H., Ayala, G., & Espinoza, F. (2003). Camera trapping for jaguar (*Panthera onca*) in the Tuichi Valley, Bolivia. *Mastozoología Neotropical*, 10, (1), pp. 133-139. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=45710110>

Recibido: 08/marzo/2017; aceptado: 07/julio/2017