

Versión en español de: Bonaparte et al. (2024). **Ecology and conservation of cavity-nesting birds in the Neotropics: Recent advances, future directions, and contributions to ornithology. Ornithological Applications.**

Traducido por DeepL, Cecilia Cuatianquiz Lima y Facundo Di Sallo

**Ecología y conservación de las aves que anidan en cavidades en el Neotrópico:
Avances recientes, direcciones futuras y contribuciones a la ornitología**

Eugenia Bianca Bonaparte^{1,2,3#}, Cecilia Cuatianquiz Lima^{2,4,5#*}, Hipólito D. Ferreira-Xavier^{6,7,8#}, Jéssica S. da Hora Barros^{9,10,#}, Facundo G. Di Sallo^{1,11,#}, Fernando G. López^{12,13,#}, Kristina L. Cockle^{1,2,11,#*}, María Gabriela Núñez Montellano^{2,15,#*}

¹Proyecto Selva de Pino Paraná, San Pedro, Misiones, Argentina

²grupo ornitologíaS

³Programa de Posgrado en Biodiversidad Neotropical (PPGBN), Universidad Federal de Integración Latinoamericana (UNILA), Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil

⁴Departamento de Biología Celular y Fisiología, Instituto de Investigaciones Biomédicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Unidad Foránea Tlaxcala, Tlaxcala, México

⁵Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, Estación Científica La Malinche, Universidad Autónoma de Tlaxcala, México

⁶Programa de Pós-Graduação em Zoologia, Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

⁷Museu de História Natural do Ceará Professor Dias da Rocha da Universidade Estadual do Ceará, Pacoti, Ceará, Brasil

⁸Associação de Pesquisa e Preservação de Ecossistemas Aquáticos, Iparana, Caucaia, Ceará, Brasil

⁹Programa de Pós-graduação em Ecologia: Teoria, Aplicação e Valores, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Ondina, Salvador, Bahia, Brasil

¹⁰Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Estudos Interdisciplinares e Transdisciplinares em Ecologia e Evolução (INCT IN-TREE), Brasil, Ondina, Salvador, Bahia, Brasil

¹¹Instituto de Biología Subtropical CONICET-UNaM, Puerto Iguazú, Misiones, Argentina

¹²Migratory Bird Center, Smithsonian's National Zoo and Conservation Biology Institute, Washington, DC, USA

¹³Colaboratorio de Biodiversidad, Ecología y Conservación (ColBEC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa, Argentina

¹⁴Department of Forest and Conservation Sciences, University of British Columbia, Vancouver, BC, Canada

¹⁵Instituto de Ecología Regional (IER), Universidad Nacional de Tucumán (UNT) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Tucumán, Argentina

Estos autores contribuyeron en partes iguales.

* Autores correspondientes: Cecilia Cuatianquiz Lima, largidae@gmail.com; Kristina L. Cockle, kristinacockle@gmail.com; María Gabriela Núñez Montellano, gnunezmontellano@gmail.com

ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN DE LAS AVES QUE ANIDAN EN CAVIDADES EN EL NEOTRÓPICO: AVANCES RECIENTES, DIRECCIONES FUTURAS Y CONTRIBUCIONES A LA ORNITOLOGÍA

RESUMEN

Alrededor del 35% de las especies de aves que anidan en cavidades de árboles habitan en el Neotrópico, una región crucial para comprender su ecología reproductiva, su conservación y su papel en los sistemas socioecológicos. Hace dieciséis años, Cornelius et al. (2008) revisaron los conocimientos publicados e identificaron las prioridades de investigación para las aves neotropicales que anidan en cavidades. Los avances desde 2008 no han sido sintetizados y muchos siguen excluidos de la ornitología dominante debido a barreras que afectan desproporcionadamente a personas e ideas del Sur Global. Aquí revisamos los avances recientes en el conocimiento de las aves neotropicales que anidan en cavidades, presentamos la Colección Especial "Ecología y conservación de las aves que anidan en cavidades en el Neotrópico" y esbozamos posibles direcciones para futuras investigaciones. La investigación en el Neotrópico ha avanzado en el conocimiento de la biología reproductiva, ha demostrado que los sitios de nidificación son limitados y que las aves compiten por las cavidades (principalmente en bosques húmedos), ha identificado las cavidades no excavadas (formadas por la descomposición de la madera) como la principal fuente de cavidades y ha demostrado la importancia de comprender las relaciones de las comunidades indígenas y locales con las aves. Con estudios de campo en todo el Neotrópico, la colección especial muestra cómo el medio ambiente, los imaginarios comunes de las personas, el manejo de la vegetación y el comportamiento de las aves excavadoras pueden interactuar para influir en la disponibilidad de cavidades, con consecuencias ecológicas para muchos organismos usuarios de cavidades. En el futuro, los investigadores deberán centrarse en el conocimiento etnológico y la historia natural para crear una lista precisa de las aves que anidan en cavidades en el Neotrópico, e integrar este conocimiento en los estudios de ecología de poblaciones y comunidades. También es importante estudiar los factores que influyen en la dinámica de las cavidades, sobre todo

utilizando un marco de sistemas socioecológicos y especialmente en regiones áridas y semiáridas. Recomendamos ampliar el concepto de redes de nidos (redes ecológicas de nidificadores en cavidades) para incorporar otros sustratos de cavidades (p. ej., termiteros, acantilados), alternativas a las cavidades (p. ej., los voluminosos nidos de palos cerrados de muchos Furnariidae) y taxones usuarios de cavidades más allá de aves y mamíferos (p. ej., insectos sociales, serpientes), que abundan en el Neotrópico pero no se contemplaron en la formulación original de las redes de nidos. Versiones traducidas de este artículo están disponibles en Material Suplementario 1 (español) y Material Suplementario 2 (portugués).

Palabras claves: aves excavadoras, aves que anidan en cavidades, conservación, facilitación de cavidades, Neotrópico, recurso limitante, red de nidos, selección de sitios para anidar, Sur Global.

Resumen para no especialistas

- En el Neotrópico, muchas especies de aves se refugian, posan o crían en cavidades de árboles, un recurso clave para poblaciones y comunidades.
- Sintetizamos estudios recientes sobre las aves que nidifican en cavidades en el Neotrópico e introducimos la Colección Especial "Ecología y conservación de aves que anidan en cavidades en el Neotrópico", con estudios de campo desde la Patagonia hasta México.
- Las cavidades a veces eran limitadas y generalmente fueron producidas por la descomposición de la madera en lugar de excavadores aviares (por ejemplo, pájaros carpinteros).
- Las características del sitio de anidación dependían del contexto local, el tamaño corporal, el sistema social y la capacidad de excavación.
- Las comunidades locales y los pueblos indígenas mantienen relaciones profundamente arraigadas con las aves que anidan en cavidades (por ejemplo, como familiares, signos, espíritus y símbolos), pero los ornitólogos entienden poco sobre estas relaciones o sobre cómo influyen en las poblaciones de aves, el bienestar humano y la resistencia colectiva a la asimilación cultural.
- Recomendamos futuros estudios de campo que se basen en el respeto por el conocimiento de las comunidades indígenas y locales, así como en la historia natural, prestando atención a los ambientes áridos y urbanos y a los sustratos más allá de los árboles.

INTRODUCCIÓN

Las aves que anidan en cavidades en los árboles son un componente importante de los ecosistemas y tienen un lugar destacado en muchas culturas y tradiciones ornitológicas. Los excavadores aviares (p. ej., pájaros carpinteros, Picidae) suelen anidar en cavidades que ellas mismas producen, mientras que los adoptadores (a veces denominados nidificadores

secundarios de cavidades) utilizan cavidades existentes producidas por excavadores o por daños y descomposición de la madera (Martin et al. 2004). Su requerimiento por recursos potencialmente escasos (cavidades o sustratos adecuados) ha llevado a una larga tradición de formular la ecología y la evolución de las aves que anidan en cavidades en torno a la formación y el uso de cavidades en los árboles (e.g., von Haartman 1957, Ibarra et al. 2017, Chhaya et al. 2023). Los estudios sobre las cavidades como recurso limitante ayudaron a dar forma a los campos de la historia de vida y la ecología de poblaciones (Lack 1948, Rendell and Robertson 1989, Beissinger 1996, Newton 1998, Wiebe et al. 2006). La adopción de cajas nido por parte de muchas especies permitió obtener importantes conocimientos sobre su fisiología, comportamiento e interacciones intra e interespecíficas (Minot y Perrins 1986, Wellman-Labadie et al. 2008, Arellano et al. 2022), así como iniciativas exitosas para su conservación in situ (Guedes 2004, Carstens et al. 2019, Fernandes et al. 2019). Su dependencia por las cavidades en los árboles hace que las aves que anidan en cavidades sean modelos importantes en estudios de gestión forestal, uso del suelo y servicios ecosistémicos (Walters 1991, Vergara-Tabares et al. 2020, Naniwadekar et al. 2022, Olmos-Moya et al. 2022, Sebele et al. 2022). Las especies que anidan en cavidades también desempeñan papeles destacados (positivos o negativos) en muchas culturas (Al-Safadi 2004, Somerville et al. 2010, Schum 2018, Abd Rabou 2019, Benavides e Ibarra 2021, Philoveny y Mohd-Azlan 2023), lo que ha llevado a su uso en la investigación de las relaciones entre humanos y la vida silvestre (Sánchez-Mercado et al. 2020) y como especies "bandera" en iniciativas de conservación (Nadkarni y Wheelwright 2000, Arango et al. 2007, Vishwakarma et al. 2022). Aunque las aves que anidan en cavidades habitan en todos los continentes excepto en la Antártida, a lo largo del siglo XX la comprensión de estas aves por parte de los científicos se basó principalmente en estudios realizados en Europa, América del Norte y Australia, debido a la exclusión histórica y geopolítica del conocimiento de otras regiones del mundo (Soares et al. 2023).

Nuestra revisión explora los avances recientes y los desafíos actuales en el estudio de las aves que anidan en cavidades en su región de mayor diversidad: el Neotrópico. El Neotrópico abarca desde el sur de América del Sur hasta el centro de México y se ha visto una aceleración y diversificación de la investigación sobre las comunidades de aves que anidan en cavidades en las dos últimas décadas. Alrededor del 35% de las especies de aves que anidan en cavidades en el mundo habitan en el Neotrópico, unas 677 especies en 33 familias (van der Hoek et al. 2017). Ocupan ambientes que van desde los bosques tropicales de tierras bajas hasta los desiertos de montaña, ofreciendo una enorme riqueza de sistemas que contribuyen a nuestra comprensión de la ornitología. Hace dieciséis años, Cornelius et al. (2008) llevaron a cabo una primera revisión de la ecología de las aves que anidan en cavidades en el Neotrópico, centrada en la limitación de sitios de nidificación en las aves que adoptan cavidades. Concluyeron que la mayoría de las aves que anidan en cavidades en el Neotrópico probablemente dependen de cavidades "naturales" o no excavadas (producidas por daños o descomposición), y que aún no había pruebas suficientes para afirmar que las poblaciones están limitadas por la oferta de cavidades. Destacaron como

prioridades de investigación 1) aumentar el conocimiento sobre los hábitos reproductivos de las aves neotropicales, 2) aumentar la comprensión de los requisitos de los sitios de nidificación para mejorar la evaluación de la disponibilidad de cavidades, 3) determinar las condiciones en las que las cavidades son limitadas, 4) determinar los elementos estructurales (por ejemplo, árboles muertos) que contribuyen al suministro de cavidades, y 5) evaluar la importancia relativa de los vertebrados y otros organismos como facilitadores y competidores de cavidades. En los últimos años, investigadores y naturalistas del Neotrópico han avanzado en estas y otras prioridades en la ecología y la conservación de las aves que anidan en cavidades, pero sus conclusiones no se han sintetizado. Para mejorar la investigación sobre las aves que anidan en cavidades, es importante no sólo identificar las lagunas y prioridades de la investigación, sino también reflexionar sobre cómo se establece la agenda de investigación. Se necesita una síntesis que incorpore publicaciones en múltiples idiomas, revise trabajos a menudo pasados por alto (por ejemplo, la historia natural) y presente una agenda de investigación elaborada por y para ornitólogos del Neotrópico.

Nuestra revisión tiene tres objetivos. Primero, sintetizamos los avances en el conocimiento de las aves que anidan en cavidades en el Neotrópico basándonos en las cinco prioridades sugeridas por Cornelius et al. (2008) y en dos temas adicionales que estos autores no consideraron: disponibilidad y selección de sustratos para la excavación, y las aves que anidan en cavidades en sistemas socio-ecológicos. Segundo, presentamos una Colección Especial sobre las aves que anidan en cavidades en el Neotrópico, en las revistas de la AOS *Ornithology* y *Ornithological Applications*. Tercero, discutimos posibles direcciones futuras para la investigación sobre la ecología, evolución y conservación de las aves que anidan en cavidades, desde una perspectiva neotropical.

AVANCES RECIENTES EN EL CONOCIMIENTO DE LAS AVES QUE ANIDAN EN CAVIDADES EN EL NEOTRÓPICO

Avances recientes en las prioridades de investigación según Cornelius et al. (2008)

Biología reproductiva e historia natural

Aunque las comunidades de aves que anidan en cavidades utilizan un recurso similar *a priori*, presentan una gran diversidad de historias de vida y estrategias reproductivas. Al describir nidos y comportamientos de reproducción, los estudios realizados desde 2008 han permitido avanzar en el conocimiento de aspectos básicos de la biología reproductiva de muchas especies de aves que anidan en cavidades (por ejemplo, *Hapalopsittaca amazonina*, Sanabria Mejía 2010; *Picumnus temminckii*, Bodrati et al. 2015; *Casiornis rufus*, Studer y Crozariol 2021; *Xiphocolaptes falcirostris*, de Melo et al. 2022). Los conocimientos y observaciones de las comunidades locales fueron cruciales para muchas de estas iniciativas. En colaboración con investigadores académicos, varias comunidades indígenas han compartido sus conocimientos sobre las aves que anidan en cavidades, sus hábitos de

nidificación, dieta, usos tradicionales y su espiritualidad (Chachugi 2013, Ibarra et al. 2020a, 2020b). Los agricultores locales ayudaron a revelar que *Pyrhura griseipectus*, especie en peligro de extinción a nivel mundial, anida no solo en cavidades de árboles en la región brasileña de Serra de Baturité, sino también en fisuras de paredes rocosas en la región de Quixadá, a 70 km de distancia, abriendo importantes vías para la planificación y los estudios de conservación a largo plazo (Girão et al. 2010). Del mismo modo, en Bolivia, los investigadores creían que *Ara rubrogenys*, especie endémica y en peligro de extinción, solo anidaban en acantilados, y se abrieron nuevas posibilidades para los proyectos de conservación cuando supieron, gracias al conocimiento indígena y al trabajo de campo, que *A. rubrogenys* también anidan en cavidades de palmeras muertas (Rojas et al. 2014).

Aunque la variación intraespecífica en la biología reproductiva sigue sin estudiarse en la gran mayoría de las especies neotropicales, algunos estudios recientes en Chile han revelado variaciones geográfica y altitudinal en los parámetros reproductivos de *Aphrastura spinicauda*. En primer lugar, el esfuerzo parental y el riesgo de depredación aumentaron con la altitud, mientras que el tamaño de la puesta y el número de polluelos disminuyeron, lo que sugiere una estrategia de vida más lenta a mayores altitudes (Altamirano et al. 2015). En segundo lugar, una población en un ambiente subantártico frío y ventoso en el sur de Chile hizo nidos compactos, con muchas plumas, reduciendo las pérdidas de calor por conducción, mientras que una población en un ambiente templado y húmedo en el centro-norte de Chile hizo nidos más voluminosos y añadió más plantas, lo que redujo las pérdidas de calor por convección y absorbió menos agua (Botero-Delgadillo et al. 2017). Se necesitan estudios similares para examinar la variación intraespecífica en los parámetros reproductivos de otras especies neotropicales que anidan en cavidades, con el fin de mejorar nuestra comprensión del comportamiento, la evolución de la historia de vida y la conservación.

Unos pocos estudios en el Neotrópico han examinado la variación interespecífica en los rasgos de historias de vida de especies filogenéticamente relacionadas. Un estudio comparó los comportamientos reproductivos y los sitios de nidificación de la tribu Philydorini dentro de la familia Neotropical Furnariidae, y encontró evidencia de cuidado uniparental, inusual en passeriformes insectívoros, en varios nidificadores secretos en cavidades arbóreas del clado *Syndactyla-Anabacerthia-Anabazenops* (Cockle y Bodrati 2017). En otro taxón de Furnariidae, la subfamilia Dendrocolaptinae, el tamaño de la nidada no parece aumentar con la latitud (en contraste con los patrones del hemisferio norte; Lack 1948, Lundblad y Conway 2021), y puede estar más relacionado con el tipo de cuidado parental (uni o biparental; Bodrati et al. 2018). Entre las especies de loros que anidan en cavidades, las especies más pequeñas anidaron antes que las especies más grandes en la Amazonia peruana, *Psittacara leucophthalmus* anidó más tarde en comparación con todas las demás especies de loros en el bosque Atlántico de Argentina, posiblemente relacionado con la disponibilidad de alimento o cavidades (Brightsmith 2005a, Bonaparte y Cockle 2017). Conocemos pocos ejemplos publicados más allá de

estos, y concluimos que la variación interespecífica en la biología reproductiva en el Neotrópico es un área fértil para explorar.

Cornelius et al. (2008:263) destacaron la necesidad de "una lista exhaustiva de aves que anidan en cavidades para cada tipo de bosque, con una clasificación correcta de excavadores, SCN obligados [adoptadores de cavidades] y especies que son más flexibles en sus estrategias de anidación". van der Hoek et al. (2017) contribuyeron en un importante avance hacia dicha lista con su compilación global de aves que anidan en cavidades (en árboles, cactus y palmeras). Destacaron el Neotrópico como la región con la mayor riqueza de especies de aves que anidan en cavidades, con 481 especies de adoptadores de cavidades y 187 especies de excavadores que van desde especies que excavan año tras año hasta especies que excavan de manera esporádica (familias Picidae, Trogonidae, Furnariidae, Bucconidae). Para 9 especies, no pudieron clasificar el tipo de nidificación por falta de información. Más adelante discutiremos algunas deficiencias de esta lista para el Neotrópico y recomendaremos directrices para futuras investigaciones que la completen.

Características de las cavidades adecuadas

Basándose en las pruebas disponibles en ese momento, Cornelius et al. (2008) sugirieron provisionalmente que las cavidades altas y profundas con entradas pequeñas podrían ser de alta calidad para las aves; sin embargo, la selección del sitio de nidificación puede ser idiosincrásica, influenciada por las poblaciones locales de depredadores, el clima y las características no medidas de las cavidades individuales. En estudios posteriores, realizados en bosques y sabanas desde Argentina hasta México, la altura de la cavidad tuvo un efecto positivo sobre la selección del sitio de nidificación (con pocas excepciones), la supervivencia de los nidos y el número de especies que ocuparon la cavidad a lo largo de su existencia; la profundidad generalmente aumentó la probabilidad de uso de la cavidad, pero no siempre influyó en la supervivencia de los nidos, y el tamaño de la entrada tuvo efectos poco claros (Sanz 2008, Politi et al. 2009, Cockle et al. 2011, 2015, 2019b, Britt et al. 2014, Olah et al. 2014, De la Parra Martínez et al. 2015, Dias and Lima 2015, Berkunsky et al. 2016, De Labra Hernández and Renton 2016, Schaaf et al. 2021, Di Sallo and Cockle 2022, Lewis et al. 2023). En el Chaco húmedo de Argentina, la altura de la cavidad, el tamaño de la entrada y el diámetro del suelo aumentaron con la masa corporal del ave, lo que indica cómo las características adecuadas pueden variar dentro de una misma comunidad (Di Sallo y Cockle 2022). Otras características de las cavidades adecuadas están asociadas a determinadas especies y ambientes. Por ejemplo, en el Chaco seco, la supervivencia del nido de *Amazona aestiva* aumentó con una entrada más orientada hacia abajo, probablemente porque tales entradas presentan una barrera para las serpientes (los principales depredadores de nidos de esa zona; Berkunsky et al. 2016). La ausencia de patrones universales subraya la necesidad de identificar cavidades "adecuadas" basándose en información local sobre el uso de las cavidades. Por ejemplo, en un sistema de estudio determinado, los investigadores pueden tomar medidas de las cavidades que fueron

ocupadas por aves y utilizarlas para calcular puntuaciones de idoneidad de nidos (sensu Lewis et al. 2023) para otras cavidades disponibles.

Condiciones en las que las cavidades son limitadas

Cornelius et al. (2008) no encontraron evidencia concluyente de una limitación de lugares de los sitios de nidificación en bosques neotropicales bien conservados, pero la disponibilidad de cavidades varía al menos en orden de magnitud dentro del Neotrópico y estudios recientes indican que las cavidades probablemente están limitando algunas poblaciones (p. ej., Cockle et al. 2010, Cuatianquiz Lima y Macías García 2016). Las comparaciones biogeográficas del suministro de cavidades son algo complicadas por la variación en los métodos y criterios, pero los estudios en el Neotrópico han medido densidades de cavidades de 0.5 cavidades/ha (en bosques subtropicales talados) hasta 358 cavidades/ha (en bosques templados de crecimiento antiguo de *Nothofagus* del sur de los Andes; Cockle et al. 2010, Politi et al. 2010, Vázquez y Renton 2015, Ibarra et al. 2020d, Schaaf et al. 2021, Medina-Estrada et al. 2022, Rueda Hernández et al. 2023). Un huracán en la costa del Pacífico de México redujo a la mitad el número de cavidades en los árboles y dejó cavidades con entradas más grandes (Renton et al. 2018). Las aves ocuparon entre el 2 y el 26% de las cavidades disponibles en una variedad de bosques templados y tropicales desde México hasta Argentina (Brightsmith 2005b, Cockle et al. 2010, Cuatianquiz Lima y Macías García 2016, Ke et al. 2023). En los bosques secos tropicales del oeste de México, las aves ocuparon el 2%, los mamíferos el 1%, los reptiles y anfibios el 2%, y los artrópodos el 6% de las cavidades disponibles (Vázquez y Renton 2015). No obstante, en los casos estudiados, la densidad de aves que adoptan cavidades estuvo positivamente correlacionada con la densidad de cavidades, y ambas fueron más alta en bosques antiguos en comparación con bosques talados (Cockle et al. 2010, Politi et al. 2010, 2012; García Betoño 2020, Schaaf et al. 2021, Rueda Hernández et al. 2023). La adición de cajas nido aumentó la densidad de al menos algunas especies de aves que anidan en cavidades en bosques no perturbados, bosques perturbados y plantaciones, lo que sugiere que la limitación de sitios de nidificación puede ocurrir en varios contextos en el Neotrópico (Cockle 2010, Quilodrán et al. 2012). Sin embargo, en la mayoría de los estudios con cajas nido, éstas tuvieron mayor ocupación en bosques secundarios que en bosques más antiguos y bien conservados (Altamirano 2014, Cuatianquiz Lima y Macías García 2016, Ke et al. 2023).

Elementos estructurales que contribuyen al suministro de cavidades

Los árboles grandes de determinadas especies pueden ser especialmente importantes y atractivos para las aves que anidan en cavidades (Ibarra et al. 2020d) porque es más probable que tengan cavidades (Cockle et al. 2012, Cuatianquiz Lima y Macías García 2016, De Labra Hernández y Renton 2016, Bonaparte et al. 2020, Medina-Estrada et al. 2022) y persistan durante muchos años (Cockle et al. 2017, Paratori et al. 2023). Los investigadores han encontrado un número desproporcionado de cavidades de nidos en

Nothofagus spp. en bosques templados de Chile (Altamirano et al. 2017), *Schinopsis balansae* y *Prosopis* spp. en el Chaco húmedo (Di Sallo y Cockle 2022), *Calycophyllum multiflorum* y *Anadenanthera colubrina* en bosques montanos subtropicales de Argentina (Ruggera et al. 2016), y *Dipteryx micrantha* en la selva húmeda del sureste de Perú (Renton y Brightsmith 2009). En el bosque Atlántico de Argentina, el 88% de los nidos de *Celeus galeatus* se excavaron en árboles del género *Nectandra* (Lammertink et al. 2020). En el desierto del Monte de Argentina, el *Melanerpes cactorum* excavó únicamente en cactus columnares (*Trichocereus atacamensis*; MGNM observ. pers.). En el Amazonas y Pantanal de Brasil, más del 80% de los nidos de *Anodorhynchus hyacinthinus* se encontraban en árboles de *Sterculia* spp. (Ferreira da Silva et al. 2019). En bosques templados de tierras bajas de Chile, el 95% de los nidos de *Enicognathus leptorhynchus* estaban en árboles de *Lophozomia obliqua* (White y Jiménez 2017). En la Patagonia Argentina, los nidos y dormitorios de *Campephilus magellanicus* estaban en árboles vivos infectados con hongos que causan pudrición del corazón (Pozzi et al. 2020).

Existe una considerable variación regional en los elementos estructurales que contribuyen al suministro de cavidades, incluso dentro de una misma especie. Por ejemplo, *Pyrrhura griseipectus* son endémicas del noreste de Brasil y la mayor parte de su población se encuentra en el estado de Ceará, donde anidan en árboles como *Inga ingoides*, *Albizia polycephala* y *Cecropia palmata* en bosques semicaducifolios, y en fisuras en paredes rocosas en el bosque seco y el matorral xérico de Caatinga (Olmos et al. 2005, Girão et al. 2010, Nunes, 2017, Ferreira-Xavier 2023). Sin embargo, los investigadores informaron recientemente de una pequeña población remanente en la costa norte del estado de Bahía, en un entorno de manglares y restinga (matorral-bosque en suelos arenosos costeros; Félix et al. 2022, Ferreira-Xavier 2023). La investigación participativa con las comunidades locales permitió saber que esta población remanente en Bahía anida en cavidades de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y, ocasionalmente, en cocoteros (*Cocos nucifera*; datos no publicados). De manera similar, *Amazona vinacea* ave endémica de la Mata Atlántica anidaron en un tipo de cavidad entre las hojas y el tallo de grandes palmeras en el noreste de Minas Gerais (Brasil), pero construyeron el 50% de sus nidos en pinos de Paraná (*Araucaria angustifolia*) y el 50% en árboles de hojas anchas (ninguno en palmeras) en el noreste de Argentina (Cockle et al. 2019a, Tomasi et al. 2021). En todo el Neotrópico, los planes de gestión forestal deberían tener como objetivo la conservación de grandes árboles, palmeras y cactus de una diversidad de especies, con especial atención a las especies y géneros de plantas que se sabe que producen cavidades. Los mecanismos para conservar estas estructuras son fundamentales para mantener la diversidad funcional de las plantas productoras de cavidades y de las aves que anidan en ellas (Ibarra et al. 2017, Pinho et al. 2020, Schaaf et al. 2020).

Interacciones y dinámicas de las comunidades de aves que anidan en cavidades

Las aves que anidan en cavidades interactúan en complejas redes jerárquicas interespecíficas, denominadas redes de nidos, que son análogas a otras redes ecológicas

como las redes tróficas o las redes de polinización. En las redes de nidos, las cavidades fluyen entre gremios, es decir, de productores (excavadores) a usuarios (adoptadores), y las interacciones pueden ser positivas (facilitación) o negativas (competencia), y directas o indirectas (Martin y Eadie 1999). Los investigadores pueden utilizar las redes de nidos para identificar los vínculos que influyen de manera desproporcionada en la estructura de las comunidades de aves que anidan en cavidades. En los últimos 16 años, se han desarrollado redes de nidos para tres comunidades del sur de Sudamérica, en bosques templados (Chile) y bosques subtropicales húmedos (Yungas y bosque Atlántico, Argentina); estas incluyeron múltiples especies de árboles, aves excavadoras y adoptadoras, y otros vertebrados que utilizan cavidades (Cockle et al. 2012, 2019a; Ruggera et al. 2016, Altamirano et al. 2017). Las dos redes de nidos de bosques subtropicales mostraron una mayor riqueza de especies e interacciones que la red de nidos de bosques templados, pero la anidación de interacciones se mantuvo similar porque la mayoría de las interacciones se produjeron entre adoptantes de cavidades y cavidades no excavadas (Cockle et al. 2019a). No se han publicado redes de nidos para bosques secos, desiertos, sabanas, bosques tropicales, manglares o entornos urbanos en el Neotrópico, a pesar de la gran superficie que ocupan estos sistemas.

En contraste con el patrón que emerge de los estudios en bosques Neárticos (Cadieux et al. 2023), en los bosques Neotropicales no hay evidencia clara de especies clave de aves excavadoras (Cockle et al. 2019a). La evidencia actual indica que las especies adoptadoras en el Neotrópico, al menos en bosques latifoliados maduros, utilizan principalmente cavidades no excavadas (Cockle et al. 2011, 2019a, b; Ruggera et al. 2016, Altamirano et al. 2017, García Betoño 2020, Di Sallo y Cockle 2022, Paratori et al. 2023). Sin embargo, varias líneas de evidencia sugieren que las aves excavadoras podrían volverse más importantes como productoras de cavidades en ambientes naturalmente abiertos (por ejemplo, regiones desérticas), bosques degradados y ambientes urbanos. En fragmentos de bosques de niebla en México, un alto porcentaje de las cavidades "adecuadas" disponibles fueron excavadas (Rueda Hernández et al. 2023). En el noreste de Argentina, las cavidades excavadas fueron más utilizadas por los adoptantes de cavidades en agroecosistemas en comparación con el bosque Atlántico conservado (Bonaparte et al. 2020). Las cavidades del *Melanerpes cactorum* son mucho más utilizadas por los adoptadores de cavidades en el desierto del Monte que en el bosque del Chaco húmedo (obs. pers.). Estas observaciones sugieren que, aunque no se ha detectado hasta ahora, podría haber especies excavadoras clave en algunos sistemas del Neotrópico.

La competencia intra e interespecífica por las cavidades, y las relaciones de depredación de nidos, pueden ser factores importantes para algunas poblaciones del Neotrópico. Se han observado ejemplos de usurpación y competencia por interferencia en ambientes Neotropicales, desde desiertos hasta selvas tropicales, tanto en cavidades de árboles como en cajas nido (Beissinger 2008, Liébana et al. 2013, Botero-Delgadillo et al. 2015, Efstathion et al. 2015, Plazas-Cardona y Wilches-Vega 2017, García Betoño 2020, Núñez Montellano 2020). Sin embargo, la prevalencia de la usurpación y la competencia no ha sido cuantificada de manera que permita un análisis regional o latitudinal en busca de

patrones geográficos. En el bosque Atlántico de Argentina, varias especies de aves grandes y otros animales ocupan el mismo nicho de cavidad, aunque en algunos casos el nicho está segregado temporalmente (Bonaparte y Cockle 2017). Los nidos con cavidades en el Neotrópico son depredados por una diversidad de serpientes, mamíferos (por ejemplo, felinos, primates, zarigüeyas y comadrejas), aves (por ejemplo, Accipitridae, Falconidae, Strigidae, Ramphastidae, Picidae, Mimidae y Furnariidae) y, ocasionalmente, insectos (Lindsey 1992, Arendt 2000, Guedes 2009, Berkunsky et al. 2011, Altamirano et al. 2013, Cockle et al. 2016, Menezes y Marini 2017, Garzón-Santomaro et al. 2020, Jauregui 2020, Tallei et al. 2021). Algunos de estos depredadores dañan o destruyen las cavidades (por ejemplo, rompiendo la pared; Ojeda y Chazarreta 2006, Cockle et al. 2015, Bodrati et al. 2024), pero este daño rara vez se ha cuantificado o vinculado a un depredador específico. A excepción de algunos casos (por ejemplo, Berkunsky et al. 2016), en el Neotrópico desconocemos los factores específicamente asociados con el riesgo de depredación de nidos (frente a otras causas de fracaso de nidos), o cómo esos factores de riesgo varían entre las especies de depredadores.

Avances recientes en temas no considerados por Cornelius et al. (2008)

Selección de sustratos para la excavación

Los avances de los últimos 16 años muestran que las aves excavadoras del Neotrópico seleccionan sus sitios de nidificación basándose en la especie del árbol, tamaño y condición, pero la selección varía según el entorno, incluso dentro de la misma especie de ave. En los bosques del Neotrópico, las excavadoras seleccionaron ciertas especies de árboles grandes, tanto vivos como en avanzado estado de descomposición (Albanesi et al. 2016, van der Hoek y Martin 2018, Bonaparte et al. 2020, Lammertink et al. 2020, Jauregui et al. 2021). En las Yungas en Argentina, los pájaros carpinteros pequeños y medianos coincidieron en su selección de árboles muertos, mientras que las especies más grandes se diferenciaron al seleccionar árboles vivos (Schaaf et al. 2020a). En los bosques templados de la región de las Pampas en Argentina, *Colaptes campestris* y *C. melanochloros* seleccionaron sitios de excavación en árboles grandes y descompuestos con madera de baja densidad (Jauregui et al. 2021). En Sudamérica, los excavadores de cavidades no tendieron a orientar sus cavidades hacia el ecuador con el aumento de la latitud, contradiciendo los patrones (postulados como globales) encontrados en el hemisferio norte (Ojeda et al. 2021). La selección de sitios de nidificación por parte de los excavadores aviares influye directamente en las características y longevidad de las cavidades (Cockle et al. 2017, Paratori et al. 2023), y por tanto en el número, características y localización de las cavidades disponibles para los adoptadores de cavidades (Bonaparte et al. 2020).

Las aves que anidan en cavidades desde el punto de vista de los sistemas socioecológicos

Las relaciones entre los seres humanos, las comunidades humanas y las aves que anidan en cavidades en el Neotrópico son de una complejidad enorme y poco explorada, y puede ser útil considerar esta complejidad a través del marco de los sistemas socioecológicos. Los sistemas socioecológicos son estructuras dinámicas y complejas que están en constante adaptación y emergen de las interacciones continuas entre las sociedades humanas y los ecosistemas (Redman et al. 2004). En las últimas décadas, los biólogos de la conservación se han centrado principalmente en cómo las actividades humanas (por ejemplo, el comercio, la deforestación, el ecoturismo, el control de plagas o la educación ambiental) afectan a las aves que anidan en cavidades. Los etnobiólogos han explorado los usos que las comunidades humanas hacen de la fauna silvestre, incluidas las aves que anidan en cavidades, para alimento, medicina, plumas y animales de compañía. En gran parte de estas investigaciones (aunque no en todas) subyace la visión occidental de las aves y las poblaciones de aves como mercancías, objetos de admiración, proveedores de servicios ecosistémicos o víctimas de crisis ecológicas, en lugar de, por ejemplo, nuestros familiares en un viaje compartido. Unos pocos estudios etnobiológicos en el Neotrópico han explorado las creencias y tradiciones en torno a las aves, incluidas las que anidan en cavidades (por ejemplo, búhos y otras rapaces, guacamayos, tucanes), ofreciendo una pequeña ventana a través de la cual los científicos occidentales pueden vislumbrar los complejos significados asociados a estos animales (Cebolla Badie 2000, Anderson 2017, Benavides e Ibarra 2021, Araujo et al. 2024, Montenegro-Pazmiño and Muñoz 2024). Nos queda mucho por aprender sobre cómo las diferentes comunidades se relacionan con las aves (por ejemplo, como familiares no humanos, signos, espíritus y símbolos), y cómo influyen estas relaciones en las poblaciones de aves, el bienestar humano y la resistencia colectiva a la asimilación cultural (por ejemplo, Ibarra et al. 2022).

Una de las relaciones más antiguas y prominentes entre los seres humanos y las aves que anidan en cavidades en el Neotrópico involucra la captura de crías de loros o tucanes en las cavidades de los árboles, y luego los conservan o comercian con ellos (Wright et al. 2001, Pires y Clarke 2012, Chachugi 2013, Agnolín y Agnolín 2015, Araujo et al. 2024). Esta práctica tiene profundas raíces tanto en las culturas indígenas como coloniales (Arenas 2003, Rivera et al. 2012, Orefici 2016, Rengifo-Salado et al. 2017, Yunes Jiménez y Enríquez 2018). Por ejemplo, en las sociedades del Chaco de mediados del siglo XVII, la incorporación de las cualidades de los "otros" no humanos era fundamental para la reproducción de la propia sociedad, y se lograba, en parte, a través de la tenencia de animales de compañía que presentaban cualidades similares a las humanas (por ejemplo, *Amazona aestiva*, que pronuncia palabras en Mocoví y Español; Rosso y Pautasso 2017). Las comunidades Mayas de Campeche, México, mantienen cuatro especies de loros como animales de compañía como una forma de mantener relaciones y pertenencia con la naturaleza (Retana-Guiascón et al. 2012). Para capturar los polluelos, las personas pueden trepar o cortar el árbol nido; un adulto o un niño pueden introducir la mano directamente para sacar los polluelos de las cavidades, pero si la cavidad es demasiado estrecha o profunda, pueden "pescar" los polluelos utilizando una bolsa de plástico, o un objeto

similar, o pueden hacer un agujero en la cavidad a la altura de la cámara del nido (Arenas 2003, Vaughan et al. 2003, Berkunsky et al. 2012, Pires y Clarke 2012, Rivera et al. 2012, Segovia y Cockle 2012, Chachugi 2013). En el Chaco húmedo de Argentina, por ejemplo, las personas informaron de que "pescaban" polluelos dentro de cavidades utilizando una hoja de cardo chuza (*Aechmea distichantha*), una bromelia con espinas laterales curvadas en forma de gancho (obs. pers.). Las personas crían a los polluelos en sus casas, a veces considerándolos más un miembro de la familia que una mascota (obs. pers.), los regalan o intercambian con los vecinos, o los venden a comerciantes (Bonfanti et al. 2008, Pires y Clarke 2012, Somenzari y Tomasi 2021).

El comercio de aves silvestres Neotropicales ha incluido muchas especies de loros que anidan en cavidades (Alves et al. 2013, Tella e Hiraldo 2014, Berkunsky et al. 2017). Este comercio ha existido desde tiempos precolombinos, cuando los loros eran transportados a través de extensas rutas comerciales indígenas. Por ejemplo, entre 1100 y 1450 d. C., al menos seis especies de loros fueron transportadas más de 500 km desde las tierras bajas tropicales de la actual Bolivia, a través de los Andes hasta el desierto de Atacama, y luego se mantuvieron en aldeas agrícolas como reproductores vivos de prestigio social y religioso (Capriles et al. 2021). En el siglo XVI, los loros vivos del Neotrópico se convirtieron en un artículo de lujo en Europa (Texeira 2017). Hoy en día, las personas siguen comerciando con aves vivas que anidan en cavidades en el Neotrópico, incluyendo México (González Herrera et al. 2018, Salas-Picazo et al. 2023), Venezuela (Sánchez-Mercado et al. 2016, 2020d), Ecuador (Romero-Vidal et al. 2023a), Colombia (Romero-Vidal et al. 2020), Perú (Daut et al. 2015), Brasil (Regueira y Bernard 2012, Alves et al. 2016, Souto et al. 2017) y Argentina (Bertonatti 2017, Grisolia y Grosskopf 2021). Mucho de este comercio se ha prohibido, pero la naturaleza oportunista de la captura de polluelos, principalmente por parte de un gran número de familias rurales y periurbanas de bajos ingresos, se opone a los enfoques habituales de la caza furtiva (es decir, sanciones, aplicación de la ley y áreas protegidas), que corren el riesgo de alienar a las comunidades locales (Pires y Clarke 2012). En muchas partes de América Latina, más del 20% de las familias mantiene loros nativos, generalmente sin controles sanitarios y a menudo en semilibertad, lo que supone una importante vía potencial de transmisión de enfermedades entre humanos, animales domésticos y animales salvajes (p. ej., Bonfanti et al. 2008, Romero-Vidal et al. 2024). Las relaciones de las personas con los loros y otros animales silvestres capturados, y cómo estas relaciones influyen en la captura, el comercio y las poblaciones que anidan en cavidades, siguen siendo poco conocidas.

Varias organizaciones han desarrollado programas para reducir el comercio de loros que anidan en cavidades o promover la sostenibilidad, con resultados desiguales. Por ejemplo, a finales de la década de 1990 y principios de los 2000, el gobierno Argentino ofreció el "Proyecto Elé", cuyo objetivo era conservar los nidos y las poblaciones de loros apoyando a las familias rurales en la captura sostenible de polluelos de *Amazona aestiva* para el comercio legal de mascotas (Banchs y Moschione 2006). A las personas que capturaban polluelos se les permitía hacer un agujero para acceder a la cámara del nido,

pero debían taparlo y dejar un polluelo en el nido (Berkunsky et al. 2012). Las comunidades locales no asumieron plenamente el proyecto, que se inició en respuesta a necesidades externas (Coconier 2021). Además, el financiamiento externo se vio reducido por la gripe aviar, y el programa fue difícil de mantener en un contexto político cambiante (Coconier 2021). En Venezuela, estudios a largo plazo con el loro *Amazona barbadensis*, especie en peligro de extinción, indicaron que, si las personas dejaran de capturar polluelos, la población crecería (Sanz y Rodríguez-Ferraro 2006). Las primeras iniciativas de conservación incluyeron la educación ambiental, la vigilancia de nidos, la cría cruzada, la cría asistida y sitios de nidificación artificiales, pero estas medidas solo aportaron soluciones parciales y a corto plazo para la captura ilegal, sin abordar la raíz del problema (Briceño-Linares et al. 2011). Incluso después de muchos años de programas de conservación, las personas con loros no se veían a sí mismas como creadoras de demanda en una red de comercio ilegal; de hecho, la adquisición de loros (considerada por los investigadores como un comportamiento negativo) se veía reforzada por el afecto (hacia los loros) y niveles más altos de educación (Sánchez-Mercado et al. 2020, 2021). Basándose en estos estudios a largo plazo, Sánchez-Mercado et al. (2022a, b, c) desarrollaron con éxito programas de cambio de comportamiento para reducir la demanda y la captura de *Amazona barbadensis* y otras aves silvestres amenazadas.

Algunas especies de aves que anidan en cavidades en el Neotrópico son cazadas como alimento, para ceremonias, magia, herramientas, instrumentos musicales o medicina, o perseguidas como plagas. La caza, como práctica indígena, ha formado parte de la dinámica de los sistemas socioecológicos del Neotrópico durante milenios. En el bosque Atlántico de Argentina, las comunidades Mbya Guaraní consumen la carne del Tukã Guachu (*Ramphastos toco*) y utilizan sus plumas para decorar instrumentos musicales (Araujo et al. 2024). En el bosque Atlántico de Paraguay, las comunidades Aché cazan y consumen loros, búhos, tucanes, pájaros carpinteros y trepatroncos, entre otros pájaros que anidan en cavidades, y utilizan las plumas de los Briku (*Sarcoramphus papa*) en sus flechas y ceremonias (Chachugi 2013).

Los Aché siguen a las aves adultas hasta sus nidos o los encuentran al oír a los polluelos, luego recogen el contenido del nido (a menudo perforando la cavidad) y entregan los huevos o los polluelos a miembros específicos de la comunidad, según la especie de ave (por ejemplo, huevos de Ypekû Tape [*Dryocopus lineatus*] y Ypeku Aka Mira [*Celeus galeatus*] solo a los niños; Chachugi 2013). En la cosmovisión Aché, la vida espiritual está profundamente arraigada en la relación entre los seres humanos y los animales, y las aves pueden dar nombres a las personas cuando son consumidas por la madre en determinadas condiciones durante el embarazo (por ejemplo, Gero Purangi, llamado así por Gero Purã, *Amazona aestiva*; Chachugi 2013, Madroño 2016). Cuando esto ocurre, la "esencia vital" del animal se transfiere al feto, y el niño queda vinculado al animal en una espiral de respeto a lo largo de toda su vida. Así, la caza por parte de los Aché va acompañada de un profundo lamento que demuestra la estrecha relación de la comunidad con los animales (Madroño 2016). En el Chocó, al oeste de Colombia, *Cairina moschata sylvestris*, un

adoptador facultativo de cavidades en árboles era el ave silvestre más consumida en las comunidades afrodescendientes, y cada hogar comía en promedio tres individuos al año (Asprilla-Perea y Romaña-Romaña 2022). En la Amazonia Ecuatoriana, los grandes frugívoros como los tucanes son una fuente de proteína animal para la comunidad Huaorani (Mena et al. 2000). La caza de tucanes y otros frugívoros puede influir en la dispersión de semillas y la composición de las comunidades vegetales (Holbrook y Loiselle 2009), pero, hasta donde sabemos, esta relación no ha sido estudiada desde una perspectiva de los sistemas socioecológicos. Desde la época precolonial hasta la actualidad, los agricultores y los gobiernos han perseguido a unas pocas especies de loros neotropicales como plagas agrícolas, lo que posiblemente ha llevado a la extirpación local en algunos casos (Bucher 1992, Masello y Quillfeldt 2005, Bodrati et al. 2006, Orefici 2016, Barbosa et al. 2021). Entre 800 y 1470 d.C., los Chimú del actual Perú representaron a los psitácidos comiendo maíz, en cerámicas, joyería y otros objetos (Texeira 2017). En todo el Neotrópico, las personas utilizan la carne, la sangre, los huesos u otras partes de *Coragyps atratus*, loros, tucanes y otras aves que anidan en cavidades como medicina, y estas prácticas también están arraigadas en culturas precoloniales y coloniales (Sánchez-Pedraza et al. 2012, Cortés-Suárez y Chuprine Valladares 2018).

Las personas pueden facilitar la presencia de cavidades y de aves que anidan en ellas de forma no intencionada, a través de su elección de plantaciones, o de manera intencionada, para promover los servicios ecosistémicos, la conservación de las aves o el bienestar humano. En Costa Rica, para dos especies de pájaros carpinteros del género *Melanerpes*, los entornos no urbanos presentaron la mayor abundancia de sitios de nidificación potencialmente adecuados, mientras que los entornos semiurbanos presentaron la mayor abundancia de nidos; sin embargo, el uso de entornos urbanos y semiurbanos aumentó con el tiempo con el incremento de palmeras ornamentales en los jardines (Sandoval 2009, Protti-Sánchez y Sandoval 2019). En la región Mediterránea de Chile, las cajas nido instaladas en viñedos incrementaron la abundancia de aves insectívoras que anidan en cavidades y disminuyeron la presencia de insectos plaga, destacando la función de estas aves en el control biológico (Olmos-Moya et al. 2022). Y, cuando se implementaron cajas nido en la Selva Valdiviana, las densidades de *Tyto alba* aumentaron y las densidades de roedores disminuyeron, lo que podría beneficiar a los humanos en caso de brote de Hantavirus (Muñoz-Pedreros et al. 2010). Si nuestros objetivos son la resiliencia de los ecosistemas y el bienestar de las comunidades humanas frente a los cambios socioecológicos a escala local, regional y global, puede ser útil considerar las redes de nidos (ver más, abajo) como Sistemas Adaptativos Complejos que integran dimensiones sociales, ecológicas y espirituales (Díaz et al. 2015, Ibarra et al. 2020c).

CONTRIBUCIONES DE LA COLECCIÓN ESPECIAL

En esta sección especial, que incluye artículos en Ornithology y Ornithological Applications, equipos de investigación contribuyen a comprender la formación,

distribución y disponibilidad de las cavidades, la ecología de las aves que las excavan y las adoptan, y sus relaciones con las personas. Estos equipos incluyen científicos investigadores, estudiantes, guardaparques y técnicos. A lo largo de años o décadas, ellos utilizaron diversas técnicas para observar y filmar nidos, variar experimentalmente la oferta de cavidades, marcar y seguir a las aves, evaluar las percepciones de la gente, trepar a los árboles, medir las características de los nidos y controlar el éxito reproductivo. Trabajaron desde México hasta Chile, en sistemas neotropicales que abarcaban desde asentamientos humanos hasta desiertos y selvas tropicales.

Los estudios de esta sección especial muestran que las especies de aves pueden cambiar de recursos en múltiples entornos, pero se enfrentan a factores limitantes como la dureza de la madera y el suministro de cavidades. En el bosque tropical seco nativo de México, *Melanerpes chrysogenys* excavó en árboles emergentes y vivos de *Roseodendron donnell-smithii*, pero en las ciudades costeras utilizó palmeras cocoteras muertos plantados rodeados de vegetación, un recurso potencialmente poco fiable (Maya-Elizarrarás et al. EN PRENSA). Observaciones de historia natural a largo plazo en el Bosque Atlántico de Argentina revelaron la excavación de cavidades en al menos una especie de trepatroncos (*Xiphorhynchus fuscus*), que, en bosques bien conservados, arranca trozos de madera muy podrida para producir cavidades similares a bolsillos en el exterior de árboles muy grandes en avanzado estado de descomposición (Cockle et al. 2024). Un estudio del Chaco Húmedo muestra que incluso los pájaros carpinteros más grandes, con anatomías adaptadas al cincelado, se ven fuertemente restringidos por la dureza de la madera a la hora de seleccionar un sitio de nidificación (Di Sallo 2022). En los Andes del sur de Chile, los insectos/hongos y *Pygarrhichas albogularis* jugaron un papel clave como productores primarios de cavidades para los adoptadores de cavidades, pero las características de estas cavidades mostraron sólo una débil asociación con el éxito reproductivo (Cuatianquiz Lima et al. ACEPTADO). Gandoy et al. (com. pers.) observaron un desajuste similar entre los factores que influyen en la selección del sitio de nidificación y los que influyen en el éxito reproductivo, para *Melanerpes cactorum* en el Desierto del Monte de Argentina. Las cavidades se desarrollan con el tiempo y, en bosques bien conservados, pueden ser lo bastante abundantes como para no limitar las poblaciones de aves; sin embargo, conservar los elementos del hábitat que sustentan las cavidades (bosques viejos, árboles autóctonos) puede resultar difícil si estos elementos no ocupan un lugar destacado en la comprensión que la gente tiene sobre su entorno. Durante la restauración pasiva de bosques secundarios en la Amazonia brasileña, los investigadores descubrieron que las cavidades aparecían en un plazo de 18-30 años, aunque la mayoría de ellas eran demasiado bajas y pequeñas para aves de gran tamaño como halcones de bosque y guacamayos (Dantas Oliveira et al. 2024). Investigadores en Chile encontraron que aumentar experimentalmente el suministro de cavidades condujo a mayores densidades del *Aphrastura spinicauda*, adoptador en bosques degradados por tala selectiva, donde parecen estar limitados por el sitio de nidificación, pero no en bosques bien conservados que soportaban 1,5 veces más cavidades (Altamirano et al. 2024). En el bosque atlántico de Argentina, los niños conocían muchos taxones de aves que anidaban en cavidades, pero representaban muy poco sus árboles nido, lo que sugiere que la extinción de la experiencia puede comenzar con las interacciones, incluso

cuando las propias aves son reconocidas (Bonaparte et al. EN PRENSA). Estos estudios de campo contribuyen a comprender cómo el entorno, el comportamiento de los excavadores, el contexto socioecológico y la gestión de los árboles y otras plantas pueden interactuar para influir en la ecología de las aves que anidan en cavidades, y sugieren importantes vías para futuras investigaciones sobre las relaciones entre cavidades, aves y personas.

POSIBLES DIRECCIONES FUTURAS

Valorar los conocimientos étnicos en los estudios de biología reproductiva y programas de conservación

Para avanzar en el conocimiento y las iniciativas de conservación de las especies que anidan en cavidades en el Neotrópico, es necesario considerar, preservar y reconocer explícitamente diversas formas de construcción del conocimiento (por ejemplo, Reyes-García et al. 2024), y co-desarrollar proyectos con las comunidades locales e indígenas desde la etapa de conceptualización. El mundo está experimentando una pérdida sin precedentes de conocimientos vinculados a la sociobiodiversidad y muchas culturas están en riesgo de desaparecer, situaciones que se profundizaron con la pandemia del COVID-19 (Comisión Económica para América Latina y el Caribe 2020, López-Feldman et al. 2020, Rodrigues da Silva et al. 2020, Félix-Silva et al. 2021, Mondardo 2021, Fernandes 2023). Como investigadores, debemos considerar el conocimiento, las prioridades, las preguntas, los métodos y los intereses de las poblaciones humanas dentro del área de investigación, con el objetivo de establecer colaboraciones profundas y significativas que incluyan la co-construcción del conocimiento y el desarrollo de capacidades en ambos sentidos (Yua et al. 2022, Soares et al. 2023). Todos los investigadores pueden aprender de las cosmovisiones de los pueblos indígenas, las comunidades quilombolas (comunidades rurales afrodescendientes arraigadas históricamente en la liberación de la esclavitud), las comunidades rurales y otras comunidades marginadas, e integrar sus perspectivas en la investigación y la conservación de las aves que anidan en cavidades. Una iniciativa que pretende realzar el valor de los conocimientos ornitológicos tradicionales es la plataforma World Atlas Ethno Ornithology (<https://ewatlas.net/>), un espacio para compartir y preservar conocimientos, historias y tradiciones lingüísticas. Los investigadores pueden optar por participar y crear conjuntamente proyectos que garanticen los medios y el espacio para que los miembros no académicos de la comunidad realicen contribuciones intelectuales significativas que se reconozcan mediante la autoría. Fundamentalmente, el cambio real requerirá que los científicos y las instituciones científicas reformulen la forma en que nos relacionamos con las comunidades locales y los pueblos indígenas, desde la concepción del proyecto hasta su ejecución, publicación, propiedad de los datos y distribución de los beneficios (Tuhiwai Smith 1999, Carroll et al. 2020, Yanchapaxi et al. 2022).

Revisión y actualización de la lista de aves que anidan en cavidades en el Neotrópico

Para responder a muchas preguntas sobre la ecología, la evolución y la conservación de las aves, necesitamos listas fiables de especies que anidan en cavidades. La lista mundial de van der Hoek et al. (2017) supuso un gran avance, pero en la práctica tiene importantes limitaciones para la investigación y la gestión. Su fuente principal, Handbook of the Birds of the World Alive (del Hoyo et al. 2016) contiene muchos errores sobre la biología reproductiva de las aves neotropicales y omite cerca de la mitad de la literatura neotropical que presenta nuevas descripciones de nidos en las últimas dos décadas (Soares et al. 2023). Aunque la mayoría de las fuentes omitidas se encuentran en publicaciones revisadas por pares o tesis de posgrado disponibles en línea, muchas fichas de especies de Birds of the World no se han actualizado en las últimas décadas. Cuando se actualizan, los autores suelen añadir información procedente de nuevas publicaciones, pero no parecen comprobar las fuentes anteriores basándose en la nueva información. Como ejemplo, van der Hoek et al. (2017) incluyen a *Attila spadiceus* como ave que anida en cavidades de árboles basándose en del Hoyo et al. (2016), quienes aparentemente hacen referencia a la afirmación de Beebe (1925:170): "*Tityra* y *Attila* son aves de claros que anidan en huecos de árboles". Por el contrario, todos los nidos descritos para *Attila spadiceus* son tazas apoyadas sobre plataformas o ramas (Skutch 1971, Greeney y Gelis 2007, de Melo y Gama 2016) y no hemos encontrado pruebas concretas de que ninguna especie de *Attila* anide en cavidades de árboles. Del mismo modo, la inclusión de *Nonnula rubecula* hace referencia a la observación de Kirwan (2009:125) de dos adultos alimentando a dos volantones: "Las cuatro aves permanecieron muy cerca de un termitero abandonado [...] en el que se vio entrar al menos a uno de los adultos. Es posible que el nido se hubiera situado en este termitero, aunque es igualmente plausible que el adulto que lo visitó estuviera simplemente forrajeando". Por el contrario, los indígenas Aché explican que esta ave (Gwyrá Butá) "construye su nido en el suelo, debajo de una hoja, que cava en la tierra y, por lo tanto, no pudieron ver el lugar donde anidaba, sólo el orificio de entrada" (Chachugi 2013:77). Todos los nidos publicados para *Nonnula rubecula* (n = 17) y otras especies de *Nonnula* (n = 2) fueron construidos parcialmente dentro del suelo, con un techo en forma de cúpula de palos y hojas (Cockle et al. 2020).

van der Hoek et al. (2017) dedujeron el tipo de nidificación del 19% de las especies clasificadas en el Neotrópico (127 especies) basándose en (supuestos) congéneres o en descripciones de muy pocos nidos, de modo que, además de repetir directamente errores de Birds of the World Alive, clasificaron incorrectamente varias especies basándose y extrapolando en filogenias antiguas. La lista incluye a *Dendroma rufa* (*Philydor rufum*) como ave que anida en cavidades de árboles, aunque todas las pruebas concretas demuestran que esta especie, y el resto de su clado, anidan en nidos subterráneos (Cockle y Bodrati 2017). Por otro lado, la lista excluye a *Anabacerthia* [*Philydor*] *lichtensteini* y *Philydor atricapillus*, que ahora se sabe que adoptan cavidades de árboles, miembros de un clado cuyos miembros solo han anidado en cavidades de árboles (Tanaka et al. 2016, Cockle y Bodrati 2017). Tales confusiones, abundantes en la literatura, son el resultado de errores de identificación en siglos pasados (a menudo porque los investigadores ignoraron el profundo conocimiento indígena sobre nidos y vocalizaciones de aves de aspecto similar) y de la aún frecuente suposición de que cualquier ave que se acerque a una cavidad

probablemente esté anidando allí. Aunque Birds of the World sigue sin estar actualizado para el Neotrópico (y probablemente para gran parte del Sur Global), las bases de datos a escala global continúan confiando en él como fuente primaria (por ejemplo, Sheard et al. 2024), lo que significa que los errores y omisiones se trasladan a los análisis a escala global de la biología reproductiva, con consecuencias poco claras. Para mejorar la calidad de los datos que se incorporan a los estudios comparativos de evolución y ecología, es fundamental revisar las fuentes primarias neotropicales, incluidas las que están en idiomas distintos del inglés, y perfeccionar las prácticas de compilación que actualmente se consideran aceptables en el Norte Global.

Además de una revisión detallada de la literatura, una lista precisa de las aves que anidan en cavidades todavía requiere un extenso trabajo de campo. Para dimensionar la dificultad de esta tarea en el Neotrópico, destacamos el ejemplo de la red de nidos del Bosque Atlántico de Argentina, que incluye ~70 especies de aves (Cockle et al. 2019b). Investigadores y naturalistas estudiaron esta red de nidos durante 18 años (2006-2024) y publicaron descripciones de la biología reproductiva de decenas de especies. Sin embargo, hay especies presentes en el área de estudio que podrían anidar en cavidades, pero cuyos nidos aún no han sido confirmados o descritos en ninguna parte (por ejemplo, *Strix hylophila*, *Anabacerthia amaurotis*) o no con suficiente claridad (por ejemplo, *Piprites chloris*, *Sirystes sibilator*; Chachugi 2013, Lorenz y Toldeo 2014, Crozariol 2016). Los investigadores interesados de diferentes partes del Neotrópico podrían organizarse para generar listas fiables de aves que anidan en cavidades, debidamente respaldadas por literatura primaria. Las instituciones académicas y los financiadores deberían apoyar a estos investigadores y fomentar los estudios de biología reproductiva que revelen la variación inter e intraespecífica en los hábitos de nidificación. Las listas de aves que anidan en cavidades deberían aclarar si cada especie fue documentada anidando en cavidades de árboles, en cavidades sobre otros sustratos o fuera de cavidades, y proporcionar una idea del número de nidos confirmados para cada caso, para evaluar la evidencia de anidación obligada o facultativa en cavidades. En el caso de las especies que carecen de información sobre nidos, en familias con diversos lugares de nidificación (por ejemplo, *Bucconidae*, *Furnariidae*, *Tyrannidae*), las extrapolaciones deben tener en cuenta la calidad de las pruebas filogenéticas y ecológicas. Los taxónomos, paleontólogos y genetistas evolutivos podrían colaborar en el avance del conocimiento de las relaciones filogenéticas en las familias de aves que incluyen aves que anidan en cavidades, para mejorar nuestra comprensión del contexto evolutivo en el que surgen o desaparecen los rasgos de anidación en cavidades (por ejemplo, Brightsmith 2005c, Cockle y Bodrati 2017, Fang et al. 2018, Ramírez-Herranz et al. 2023).

Integrar la historia natural en la ecología de poblaciones

Muchos rasgos específicos de las especies neotropicales siguen siendo poco conocidos y, sin embargo, influyen en la selección del lugar de nidificación, la supervivencia de las crías, las funciones en los sistemas socioecológicos y las medidas de conservación

adecuadas. Por ejemplo, las dietas de muchas especies que anidan en cavidades siguen siendo poco conocidas, pero son importantes para comprender los servicios ecosistémicos que proporcionan y su percepción por parte de la comunidad local (por ejemplo, plaga de cultivos frente a dispersor de semillas; Onofri Saiki et al. 2009, Speziale et al. 2018, Cataudela y Palacio 2021). También es importante estudiar cómo los factores antropogénicos (por ejemplo, el cambio en el uso de la tierra) y climáticos influyen en los parámetros reproductivos de las aves que anidan en cavidades, incluido el tamaño de la puesta, la inversión en cuidados parentales, el momento de la reproducción y el tamaño de la nidada. Por ejemplo, los ciclos climáticos de sequías e inundaciones influyen en el reclutamiento de pichones en los nidos de *Cyanoliseus patagonus* (Masello y Quillfeldt 2012) que anidan en acantilados y los *Thectocercus acuticaudatus* (Seixas y Mourão 2022) que anidan en cavidades de árboles; estos ciclos deberían estudiarse en más especies de aves que anidan en cavidades, donde el clima podría influir en la disponibilidad de alimento, la inundación de las cavidades nidos y la depredación.

Las cajas nido son una herramienta útil para algunos estudios ecológicos y acciones de conservación en el Neotrópico. Pueden ayudar a los investigadores a obtener información sobre los parámetros de reproducción (incluso de especies poco conocidas) y las respuestas de la población a las fluctuaciones de los recursos (Mata 2013, Rebollo et al. 2013, Altamirano et al. 2015, Cuatianquiz Lima y Macías García 2016, Juanz Aguirre 2022, Rebollo et al. 2022). Al controlar las características a nivel de cavidad, los investigadores pueden utilizar las cajas nido para determinar cómo las características del hábitat a mayor escala afectan a la selección del sitio de nidificación (por ejemplo, a nivel de parcela de nidificación, rodal o paisaje; Ke et al. 2023). Como acción de gestión, las cajas nido pueden aumentar el reclutamiento en poblaciones amenazadas (Sanz et al. 2003, Carstens et al. 2019, Tarazona-Tubens et al. 2022). Sin embargo, las cajas nido pueden ser trampas ecológicas para algunas especies y pueden generar interpretaciones erróneas por parte de los investigadores, dadas las frecuentes diferencias de contexto y parámetros reproductivos entre las cajas nido y los lugares naturales (Wesołowski 2011, Norris et al. 2018, López 2022, Pedro 2023, Zhang et al. 2023). A nivel comunitario, los estudios deben evaluar si las cajas nido satisfacen los requisitos de todas las especies o solo de unas pocas. Es importante tener en cuenta los efectos interespecíficos potencialmente perjudiciales de aumentar la población de una determinada especie usuaria de cajas. Recomendamos cautela a la hora de extrapolar los resultados obtenidos con las cajas nido a la comprensión de los sistemas naturales de cavidades.

Investigar los factores que influyen en la dinámica de las cavidades

Para comprender la dinámica del suministro de cavidades, es importante conocer los factores que influyen en su formación, vida útil y uso. Además de los excavadores, existen múltiples agentes que probablemente facilitan la formación y destrucción de cavidades en el Neotrópico, incluyendo hongos, tormentas e incendios (Cockle et al. 2012, Renton et al. 2018, Pozzi et al. 2020, Pinilla Espinoza 2022). Enfoques desde la perspectiva de la

fisiología vegetal podrían evaluar las propiedades químicas y físicas de los árboles que pueden influir en la presencia de cavidades, el tiempo necesario para formarlas, su persistencia en el medio ambiente y su uso por diferentes taxones animales. Entre las propiedades químicas relevantes se incluye la presencia de taninos, que aumentan la resistencia a la pudrición de la madera. Las propiedades físicas relevantes incluyen la forma de crecimiento, la altura y la densidad de la madera, todas las cuales afectan a los tipos y características de las cavidades potenciales. Es importante estudiar cómo la temperatura y la humedad internas de las cavidades pueden influir en su uso por parte de la fauna; las cavidades más secas y con temperaturas más amortiguadas deberían ser las más atractivas, pero es probable que la importancia de estas características varíe en función del clima. Se espera que la dureza de la madera aumente el coste de la excavación, mientras que los beneficios de la excavación (como una mayor supervivencia del nido) pueden variar geográficamente y por especies (Jauregui et al. 2022, Di Sallo 2022, Gandoy et al. com. pers.). La distribución espacial de las cavidades podría verse influida por los patrones de dispersión de los agentes formadores de cavidades; por ejemplo, las aves excavadoras que viven en grupo pueden generar muchas cavidades cerca unas de otras. Para comprender mejor la dinámica de las cavidades, los investigadores podrían identificar los factores clave que influyen en su formación y uso en zonas sometidas a restauración natural y sistemas productivos bajo diversos tipos de manejo. También se necesitan estudios para evaluar si el cambio climático, a través de la tropicalización de las tormentas y el aumento de las temperaturas ambientales, contribuye a aumentar o disminuir la disponibilidad de cavidades, o la vida útil de las cavidades (Renton et al. 2018). En los bosques secos neotropicales, que sufren una de las mayores tasas de deforestación a nivel mundial (Hansen et al. 2013, Kuemmerle et al. 2017), existe una necesidad urgente de comprender cómo las transformaciones antropogénicas han impactado en la dinámica de las redes de nidos.

Considerar las redes de nidos sensu lato

El marco de la red de nidos ha facilitado varios estudios a nivel de comunidad de las interacciones entre excavadores de cavidades y adoptadores en el Neotrópico, pero restringir estas redes a cavidades arbóreas es a veces inadecuado. Muchos nidificadores en cavidades arbóreas muestran una plasticidad conductual que les permite anidar en una variedad de sustratos (Salvador 2014, Bonilla Ruz et al. 2014, Grilli et al. 2014, de la Peña 2020a, 2020b, Romero-Vidal et al. 2023b; Tabla 1, Figura 1). Sólo en Brasil, se han registrado 45 especies de aves que anidan en cavidades de termiteros; entre ellas se incluyen loros Psittacidae, Trogonidae, Strigidae, Hirundinidae, Bucconidae, Tyrannidae, entre otros (Vasconcelos et al. 2015). Varias especies que anidan principalmente en huecos de acantilados (*Cinclodes fuscus*, *Cyanoliseus patagonus*, *Sclerurus scansor*) han sido registradas recientemente anidando en cavidades de árboles (Ojeda 2016, López et al. 2018, Sampaio et al. 2022). Otras especies (consideradas que anidan en cavidades de árboles) utilizan, además de las cavidades de los árboles, los nidos ensamblados de otras aves (Salvador 2012, 2014; López 2022). Los investigadores tienen dificultades para aplicar el

enfoque clásico de la red de nidos en estas comunidades porque parámetros como la disponibilidad de sitios de nidificación o el nivel de competencia (Lindell 1996, Grilli et al. 2014, Pacífico et al. 2020) no dependen únicamente de las cavidades de los árboles.

Varios estudios realizados en el Neotrópico han intentado ampliar el concepto de red de nidos más allá de las cavidades de los árboles. Han incluido los nidos ensamblados de Furnariidae (p. ej., nidos de barro de *Furnarius rufus*, nidos de palos de los géneros *Asthenes*, *Pseudasthenes* y *Pseudoseisura*), Psittacidae (p. ej., nidos de palos de *Myiopsitta monachus*) y Tyrannidae (p. ej., nidos de paja de *Pitangus sulphuratus*). Estos estudios mostraron que los nidos ensamblados ofrecen un recurso clave en muchos ecosistemas neotropicales; son sitios frecuentes de competencia por interferencia, y su reutilización por múltiples especies de aves proporciona un posible mecanismo para la transmisión interespecífica de insectos hematófagos (Turienzo y Di Iorio 2007, Delhey 2018, López 2022).

Proponemos un marco general para las redes de nidos sensu lato (Figura 2). Además de los excavadores de cavidades de árboles, incluimos otros tipos de productores de cavidades: especies de aves que excavan en acantilados o en nidos de insectos sociales, y especies de aves que montan o construyen nidos cerrados que son utilizados por aves que anidan en cavidades de árboles. A diferencia de Martin y Eadie (1999) y Martin et al. (2004), omitimos la categoría "excavador débil", porque la capacidad de excavación se da en un espectro, que se refleja mal en los indicadores utilizados habitualmente (por ejemplo, el tamaño corporal o la tasa de reutilización de cavidades) y no se ha medido para la mayoría de las especies (Lorenz et al. 2015, Di Sallo 2022). Los adoptadores de cavidades en nuestro marco se diferencian entre adoptadores obligados (que sólo ocupan cavidades o nidos cerrados), adoptadores facultativos (que ocupan cavidades o nidos cerrados, pero también pueden anidar al aire libre, como en el suelo) y parásitos de cría. Incluimos artrópodos, fuego, humanos, hongos y factores climáticos como agentes externos que pueden facilitar la formación de cavidades (Martin y Eadie 1999, Tomasevic y Estados 2006, Aitken y Martin 2007, Altamirano et al. 2012, López 2022). Nuestra propuesta es genérica y reconocemos que no todas las especies caen fácilmente en una de estas categorías. Por ejemplo, algunas especies excavadoras ocasionalmente utilizan cajas nido (Altamirano 2018), cavidades no excavadas (Cockle et al. 2024), o nidos ensamblados (A. Bodrati y E. Sierra com. pers. a de la Peña 2020a), y varias especies de loros adoptadores de cavidades han sido registradas anidando en copas de palmeras o huecos en edificios (Sandoval et al. 2021, Romero-Vidal et al. 2023). Proponemos nuestro marco como punto de partida, que los investigadores pueden discutir, adaptar y simplificar, dependiendo de la especie, los sustratos, su pregunta y las relaciones que predominen en su sistema de estudio. Alentamos la investigación sobre todos los diferentes tipos de nidos utilizados por los excavadores y adoptadores de cavidades, considerando la importancia de este conocimiento para comprender su distribución, ecología y conservación. Por ejemplo, los nidos de palos montados por *Myiopsitta monachus* representan un recurso de nidificación clave para *Falco sparverius* en el bosque Caldén de Argentina, más importante que las cavidades arbóreas (López 2022). Dado que las *Myiopsitta monachus* construyen nidos con frecuencia en estructuras construidas por el hombre en paisajes agrícolas, podrían facilitar potencialmente

la aparición y expansión de aves que anidan en cavidades en zonas con pocas cavidades arbóreas. En Mesoamérica, la distribución de *Eupsittacula canicularis* parece estar restringida por la distribución de las termitas que construyen los termiteros arbóreos donde excavan sus nidos (Hardy 1963, Sanchez-Martinez y Renton 2009). En los últimos años, *Sturnus vulgaris*, una especie invasora que anida en cavidades se está expandiendo rápidamente en el sur de Sudamérica, ocupando cavidades de árboles y nidos ensamblados de otras aves (Rizzo 2010, Ojeda et al. 2022, Ceja-Madrigal et al. 2023). Los primeros informes indican usurpaciones agresivas y un elevado éxito reproductivo (Zarate y Juncosa-Polzella 2020, Gerstmayer et al. 2022, Jauregui et al. 2023), lo que sugiere una necesidad crítica de examinar cómo afectan los estorninos a las redes de nidos (sensu lato). Los programas de conservación deberían considerar toda la gama de tipos de nidos que pueden ser utilizados por las especies adoptadoras (más allá de las cavidades de los árboles), y estudiar cómo la expansión o retracción de una diversidad de agentes (termitas, constructores de nidos, competidores) puede influir en la expansión o retracción de las especies que anidan en cavidades.

Teniendo en cuenta que muchas especies del Neotrópico abarcan una diversidad de ambientes, es importante fomentar las oportunidades de colaboración entre las comunidades locales, los pueblos indígenas y los investigadores neotropicales para estudiar los patrones biogeográficos de las redes de nidos. Los estudios podrían comparar las redes de nidos entre bosques bien conservados y paisajes modificados para determinar si existen condiciones en las que determinadas especies se convierten en agentes claves para las comunidades. Por ejemplo, una determinada especie excavadora puede adquirir mayor importancia cuando escasean los árboles grandes, en entornos desérticos o urbanizados. Proponemos una red colaborativa de estudios a largo plazo de cavidades nido, coordinada por grupos dentro de América Latina, para entender la dinámica de las cavidades y las redes de nidos a través de los diversos ambientes del Neotrópico.

LITERATURA CITADA

Abd Rabou, A. F. N. (2019). Bird fauna encountered at the main campus of the Islamic University of Gaza, Gaza City, Palestine. *Biodiversitas* 20:604–614.

Agnolín, A. M., and F. L. Agnolín (2015). Las aves del sitio arqueológico “El Shincal de Quimivil”, Provincia de Catamarca, Argentina. *Boletín de la Sociedad Chilena de Arqueología* 45:39–57.

Aitken, K. E. H., and K. Martin (2007). The importance of excavators in hole-nesting communities: availability and use of natural tree holes in old mixed forests of western Canada. *Journal of Ornithology* 148:425–434.

Albanesi, S., A. A. Schaaf, C. Vivanco, L. Rivera, and N. Politi (2016). Caracterización y selección de sitios de excavación del carpintero lomo blanco (*Campephilus leucopogon*) en dos regiones forestales del noroeste Argentino. *Bosque (Valdivia)* 37:33–40.

Al-Safadi, M. M. (2004). On the breeding biology of the Syrian Woodpecker, *Dendrocopos syriacus*, in the Gaza Strip. *Zoology in the Middle East* 32:7–12.

Altamirano, T. A. (2014). *Breeding ecology of cavity-nesting birds in the Andean temperate forest of southern Chile*. PhD Dissertation. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Altamirano, T. A. (2018). Comesebo Grande (*Pygarrhichas albogularis*). In *Atlas de las aves nidificantes de Chile* (Medrano F, Barros R, Norambuena H V, Matus R and Schmitt F., Editors). Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile, Santiago, Chile.

Altamirano, T. A., J. T. Ibarra, F. Hernández, I. Rojas, J. Laker, and C. Bonacic (2012). *Hábitos de nidificación de las aves del bosque templado andino de Chile*. Fondo de Protección Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Ambiental, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

Altamirano, T. A., F. Hernandez, M. de la Maza, and C. Bonacic (2013). Güiña (*Leopardus guigna*) preys on cavity-nesting nestlings. *Revista Chilena de Historia Natural* 86:501–504.

Altamirano, T. A., J. T. Ibarra, M. de la Maza, S. A. Navarrete, and C. Bonacic (2015). Reproductive life-history variation in a secondary cavity-nester across an elevational gradient in Andean temperate ecosystems. *The Auk: Ornithological Advances* 132:826–835.

Altamirano, T. A., J. T. Ibarra, K. Martin, and C. Bonacic (2017). The conservation value of tree decay processes as a key driver structuring tree cavity nest webs in South American temperate rainforests. *Biodiversity and Conservation* 26:2453–2472.

Altamirano, T. A., F. Novoa, J. T. Ibarra, S. A. Navarrete, C. Bonacic, and K. Martin (2024). Tree cavity density is a limiting factor for a secondary cavity nester in second-growth Andean temperate rainforests. *Ornithological Applications* duae031.

Alves, M. M., S. de Faria Lopes, and R. R. N. Alves (2016). Wild vertebrates kept as pets in the Semiarid region of Brazil. *Tropical Conservation Science* 9:354–368.

Alves, R. R. N., J. R. D. F. Lima, and H. F. P Araujo (2013). The live bird trade in Brazil and its conservation implications: an overview. *Bird Conservation International* 23:53–65.

Anderson, E. N. (2017). Birds in Maya imagination: A historical ethno-ornithology. *Journal of Ethnobiology* 37:621–636.

Arango, X., R. Rozzi, F. Massardo, C. B. Anderson, and T. Ibarra (2007). Descubrimiento e implementación del pájaro carpintero gigante (*Campephilus magellanicus*) como especie carismática: Una aproximación biocultural para la conservación de la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos. *Magallania* 35:71–88.

Araujo, J. J., R. C. Lezcano, M. G. Sackser, and N. I. Hilgert (2024). The community landscape and culturally important fauna among the Mbya Guaraní of Misiones, Argentina:

Participatory mapping as a study tool. *Journal of Ethnobiology*. DOI: 10.1177/02780771241261231

Arellano, C. M. M., N. V. Canelón, S. Delgado, and K. S. Berg (2022). Allo-preening is linked to vocal signature development in a wild parrot. *Behavioral Ecology* 33:202–212.

Arenas, P. 2003. *Etnografía y Alimentación entre los Toba-Nachilamole#ek y Wichí-Lhuku'tas del Chaco Central (Argentina)*. Self-published, Buenos Aires, Argentina. ISBN 987-43-6483-1.

Arendt, W. J. (2000). Impact of nest predators, competitors, and ectoparasites on Pearly-eyed Thrashers, with comments on the potential implications for Puerto Rican Parrot recovery. *Ornitología Neotropical* 11:13–63.

Banchs, R. A., and F. N. Moschione (2006). Proyecto Elé: para la conservación y el aprovechamiento sustentable del loro hablador (*Amazona aestiva*) en Argentina. In Bolkovic, M. L. and D. Ramadori (eds.). Manejo de fauna silvestre de Argentina. Programa de uso sustentable. Dirección de Fauna Silvestre, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires. Argentina. 68pp.

Barbosa, J. M., F. Hiraldo, M. Á. Romero, and J. L. Tella (2021). When does agriculture enter into conflict with wildlife? A global assessment of parrot–agriculture conflicts and their conservation effects. *Diversity and Distributions* 27:4–17.

Beebe, W. (1925). Studies of a tropical jungle: one quarter of a square mile of jungle at Kartabo, British Guiana. *Zoologica* 6:5–193.

Beissinger, S. R. (1996). On the limited breeding opportunities hypothesis for avian clutch size. *The American Naturalist* 147:655–658.

Beissinger, S. R. (2008). Long-term studies of the Green-rumped Parrotlet (*Forpus passerinus*) in Venezuela: hatching asynchrony, social system and population structure. *Ornitología Neotropical* 19:73–83.

Benavides, P., and J. T. Ibarra (2021). “Uncanny creatures of the dark”: Exploring the role of owls across human societies. *Anthropos* 116:179–192.

Berkunsky, I., F. P. Kacoliris, S. I. Faegre, R. A. Ruggera, J. D. Carrera, and R. M. Aramburú (2011). Nest predation by arboreal snakes on cavity nesting-birds in dry Chaco woodlands. *Ornitología Neotropical* 22:459–464.

Berkunsky, I., R. A. Ruggera, R. Aramburú, and J. C. Reboreda (2012). Principales amenazas para la conservación del Loro Hablador (*Amazona aestiva*) en la región del Impenetrable, Argentina. *El Hornero* 27:39–49.

Berkunsky, I., L. N. Segura, R. M. Aramburú, R. A. Ruggera, W. S. Svagelj, and J. C. Reboreda (2016). Nest survival and predation in Blue-fronted Parrots *Amazona aestiva*: effects of nesting behaviour and cavity characteristics. *Ardea* 104:143–151.

- Berkunsky, I., P. Quillfeldt, D. J. Brightsmith, M. C. Abbud, J. M. R. E. Aguilar, U. Alemán-Zelaya, R. M. Aramburú, A. Arce Arias, R. Balas McNab, T. J. S. Balsby, et al. (2017). Current threats faced by Neotropical parrot populations. *Biological Conservation* 214:278–287.
- Bertonatti, C. (2017). Un muestreo del tráfico de especies en la Argentina durante el año 2016. Fundación Azara, Buenos Aires, Argentina.
- Bodrati, A., K. L. Cockle, J. I. Areta, G. Capuzzi, and R. Fariña (2006). El Maracanà Lomo Rojo (*Primolius maracana*) en Argentina: ¿de plaga a la extinción en 50 años?. *El hornero* 21(1):37–43.
- Bodrati, A., K. L. Cockle, F. G. Di Sallo, C. Ferreyra, S. A. Salvador, and M. Lammertink (2015). Nesting and social roosting of the Ochre-collared Piculet (*Picumnus temminckii*) and White-barred Piculet (*Picumnus cirratus*), and implications for the evolution of woodpecker (Picidae) breeding biology. *Ornitología Neotropical* 26:223–244.
- Bodrati, A., K. L. Cockle, and F. G. Di Sallo (2018). Nesting and natural history of the Plain-winged Woodcreeper (*Dendrocincla turdina*): foraging associations and uniparental care. *The Wilson Journal of Ornithology* 130:696–707.
- Bodrati A., C. A. Ferreyra, M. R. Gomez, F. G. Di Sallo, L. G. Pagano, and K. L. Cockle (2024). Biología reproductiva del Chinchero Enano o Chinchero Excavador *Xiphorhynchus fuscus*. *Ornitología Neotropical* 35:1–12.
- Bonaparte, E. B., and K. L. Cockle (2017). Nest niche overlap among the endangered Vinaceous-breasted Parrot (*Amazona vinacea*) and sympatric cavity-using birds, mammals, and social insects in the subtropical Atlantic Forest, Argentina. *The Condor: Ornithological Applications* 119:58–72.
- Bonaparte, E. B., J. T. Ibarra, and K. L. Cockle (2020). Conserving nest trees used by cavity-nesting birds from endangered primary Atlantic forest to open farmland: Increased relevance of excavated cavities in large dead trees on farms. *Forest Ecology and Management* 475:118440.
- Bonaparte, E. B., J. T. Ibarra, A. K. Liefländer, M. H. Sosa, and K. L. Cockle (IN PRESS). Rural children know cavity-nesting birds of the Atlantic Forest but may underappreciate their critical habitat. *Ornithological Applications*.
- Bonfanti, T., C. Meurer, J. Martinez, and N. P. Prestes (2008). A captura de papagaios: espécies encontradas em cativeiro no norte e nordeste do Rio Grande do Sul. Pages 58–70 in *Biologia da Conservação: Estudo de Caso com o Papagaio-Charão e outros Papagaios Brasileiros*. Universidade de Passo Fundo Editora Universitária, Passo Fundo, Brazil.
- Bonilla-Ruz, C., T. C. Monterrubio-Rico, L. M. Avilés-Ramos, and C. Cinta-Magallon (2014). Anidación gregaria y éxito reproductivo en la Guacamaya Verde (*Ara militaris*) en un bosque tropical costero del occidente de México. *Ornitología Neotropical* 25:303–316.

- Botero-Delgadillo, E., Y. Poblete, and R. A. Vásquez (2015). Nestling mortality as a consequence of interspecific competition between secondary cavity nesters in the sub-Antarctic forests of Chile. *The Wilson Journal of Ornithology* 127:131–134.
- Botero-Delgadillo, E., N. Orellana, D. Serrano, Y. Poblete, and R. A. Vásquez (2017). Interpopulation variation in nest architecture in a secondary cavity nesting bird suggests site-specific strategies to cope with heat loss and humidity. *The Auk: Ornithological Advances* 134:281–294.
- Briceño-Linares, J. M., J. P. Rodríguez, K. M. Rodríguez-Clark, F. Rojas-Suárez, P. A. Millán, E. G. Vittori, and M. Carrasco-Muñoz (2011). Adapting to changing poaching intensity of yellow-shouldered parrot (*Amazona barbadensis*) nestlings in Margarita Island, Venezuela. *Biological Conservation* 144:1188–1193.
- Brightsmith, D. J. (2005a). Parrot nesting in southeastern Peru: seasonal patterns and keystone trees. *The Wilson Bulletin* 117:296–305.
- Brightsmith, D. J. (2005b). Competition, predation and nest niche shifts among tropical cavity nesters: Ecological evidence. *Journal of Avian Biology* 36, 74–83.
- Brightsmith, D. J. (2005c). Competition, predation and nest niche shifts among tropical cavity nesters: phylogeny and natural history evolution of parrots (Psittaciformes) and trogons (Trogoniformes). *Journal of Avian Biology* 36:64–73.
- Britt, C. R., R. García Anleu, and M. J. Desmond (2014). Nest survival of a long-lived psittacid: Scarlet Macaws (*Ara macao cyanoptera*) in the Maya Biosphere Reserve of Guatemala and Chiquibul Forest of Belize. *The Condor: Ornithological Applications* 116:265–276.
- Bucher, E.H. 1992. Neotropical parrots as agricultural pests. Pages 73–115 in Beissinger, S. R., and N. F. R. Snyder, editors. *New World Parrots in Crisis: Solutions from Conservation Biology*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, USA.
- Cadieux, P., P. Drapeau, U. Ouellet-Lapointe, A. Leduc, L. Imbeau, R. Deschênes, and A. Nappi (2023). Old forest structural development drives complexity of nest webs in a naturally disturbed boreal mixedwood forest landscape. *Frontiers in Forests and Global Change* 6:1084696.
- Capriles, J. M., C. M. Santoro, R. J. George, E. F. Bedregal, D. J. Kennett, L. Kistler, and F. Rothhammer (2021). Pre-Columbian transregional captive rearing of Amazonian parrots in the Atacama Desert. *PNAS* 118:e2020020118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2020020118>
- Carroll, S., I. Garba, O. Figueroa-Rodriguez, J. Holbrook, R. Lovett, S. Materechera, M. Parsons, K. Raseroka, D. Rodriguez-Lonebear, R. Rowe, R. Sara, J. Walker, J. Anderson, and M. Hudsonet (2020). The CARE Principles for Indigenous Data Governance. *Data Science Journal* 19:43, pp. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.5334/dsj-2020-042>

Carstens, K. F., R. Kassanje, R. M. Little, P. G. Ryan, and P. A. Hockey (2019). Breeding success and population growth of Southern Ground Hornbills *Bucorvus leadbeateri* in an area supplemented with nest-boxes. *Bird Conservation International* 29: 627–643.

Cataudela, J. F., and F. X. Palacio (2021). Habitat and phylogeny, but not morphology, are linked to fruit consumption in the most ecologically diverse bird family, the Furnariidae. *Emu: Austral Ornithology* 121:340–347.

Cebolla Badie, M. (2000). El conocimiento Mbya-Guaraní de las aves: Nomenclatura y clasificación. *Novedades de Antropología* 36:9–188.

Ceja-Madrigal, A., R. Pacheco-Muñoz, A. G. Navarro-Sigüenza, P. Rodríguez, M. Jiménez-Cruz, and J. E. Schondube (2023). Factors affecting invasion process of a megadiverse country by two exotic bird species. *Anthropocene* 43:100399.

Chachugi, R. (2013). *Las aves y el conocimiento tradicional Aché. Ache kwatygi kwyrá wywy-djiwã*. Fundación Moisés Bertoni, Fundación Global Nature y Comunidad Aché de Arroyo Bandera, Asunción, Paraguay.

Chhaya, V., S. Reddy, and A. Krishnan (2023). Bill shape imposes biomechanical tradeoffs in cavity-excavating birds. *Proceedings of the Royal Society B* 290:20222395.

Cockle, K., K. Martin, and K. Wiebe (2008). Availability of cavities for nesting birds in the Atlantic forest, Argentina. *Ornitologia Neotropical* 19:269–278.

Cockle, K., K. Martin, and K. Wiebe (2011). Selection of nest trees by cavity-nesting birds in the Neotropical Atlantic forest. *Biotropica* 43:228–236.

Cockle, K., K. Martin, and M. Drever (2010). Supply of tree-holes limits nest density of cavity nesting birds in primary and logged subtropical Atlantic forest. *Biological Conservation* 143:2851–2857.

Cockle, K. L., K. Martin, and G. Robledo (2012). Linking fungi, trees, and hole-using birds in a Neotropical tree-cavity network: Pathways of cavity production and implications for conservation. *Forest Ecology and Management* 264:210–219.

Cockle, K. L., A. Bodrati, M. Lammertink, and K. Martin (2015). Cavity characteristics, but not habitat, influence nest survival of cavity-nesting birds along a gradient of human impact in the subtropical Atlantic forest. *Biological Conservation* 184:193–200.

Cockle, K. L., A. Bodrati, M. Lammertink, E. B. Bonaparte, C. Ferreyra, F. G. Di Sallo (2016). Predators of bird nests in the Atlantic Forest of Argentina and Paraguay. *The Wilson Journal of Ornithology* 128:120–131.

Cockle, K. L., and A. Bodrati (2017). Divergence in nest placement and parental care of Neotropical foliage-gleaners and treehunters (Furnariidae: Philydorini). *Journal of Field Ornithology* 88:336–348.

Cockle, K. L., K. Martin, and A. Bodrati (2017). Persistence and loss of tree cavities used by birds in the subtropical Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management* 384:200–207.

Cockle, K. L., J. T. Ibarra, T. A. Altamirano, and K. Martin (2019a) Interspecific networks of cavity-nesting vertebrates reveal a critical role of broadleaf trees in endangered *Araucaria* mixed forests of South America. *Biodiversity and Conservation* 28:3371–3386.

Cockle, K. L., M. K. Trzcinski, K. L. Wiebe, A. B. Edworthy, and K. Martin (2019b). Lifetime productivity of tree cavities used by cavity-nesting animals in temperate and subtropical forests. *Ecological Applications* 29:e01916.

Cockle, K. L., C. A. Ferreyra, M. R. Gómez, L. G. Pagano, and A. Bodrati (2020). Reproductive biology of the Rusty-breasted Nunlet (*Nonnula rubecula*). *The Wilson Journal of Ornithology* 132:911–923.

Cockle, K.L., M. R. Gomez, C. A. Ferreyra, F. G. Di Sallo, A. Bodrati (2024). Lesser Woodcreepers (*Xiphorhynchus fuscus*) excavate nest cavities in trees. *Ornithology* 141:ukad060.

Coconier, E. G. (2021). *El loro, la soja y la gripe aviar. Análisis de la sostenibilidad de una experiencia de conservación enfocada en una especie*. Doctoral Thesis, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), and others (2020). *El impacto del COVID-19 en los pueblos indígenas de América Latina-Abya Yala: entre la invisibilización y la resistencia colectiva*. Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/171). Santiago, Chile.

Cornelius, C., K. Cockle, N. Politi, I. Berkunsky, L. Sandoval, V. Ojeda, L. Ribera, M. Jr Hunter, and K. Martin (2008). Cavity-nesting birds in Neotropical forests: cavities as a potentially limiting resource. *Ornitologia Neotropical* 19:253–268.

Cortés-Suárez, J. E., and A. Chuprine-Valladares (2018). Usos de la fauna silvestre por los Ngäbe de la Península de Osa, Costa Rica. *Ethnoscience* 3:1–14.
DOI:10.22276/ethnoscience.v3i0.120

Crozariol, M. A. (2016). Espécies de aves com ninhos não descritos ou pouco conhecidos das famílias Tityridae, Platyrinchidae, Pipritidae, Pipromorphidae e Tyrannidae: um pedido de auxílio aos observadores de aves! *Atualidades Ornitológicas* 189:18–24.

Cuatianquiz Lima, C., and C. Macías Garcia (2016). Pre- and post-experimental manipulation assessments confirm the increase in number of birds due to the addition of nest boxes. *PeerJ* 4:e1806.

Cuatianquiz Lima C., T. A. Altamirano, R. Jara, E. R. Price, F. J. Novoa, and J. T. Ibarra (IN PRESS). Ecosystem engineers show variable impacts on habitat availability for cavity nesters in South American Temperate Forests. *Ornithological Applications*.

- Daut, E. F., D. J. Brightsmith, A. P. Mendoza, L. Puhakka, and M. J. Peterson (2015). Illegal domestic bird trade and the role of export quotas in Peru. *Journal for Nature Conservation* 27:44–53.
- De la Parra-Martínez, S. M., K. Renton, A. Salinas-Melgoza, and L. G. Muñoz-Lacy (2015). Tree-cavity availability and selection by a large-bodied secondary cavity-nester: The Military Macaw. *Journal of Ornithology* 156:489–498.
- de la Peña (2020a). *Aves Argentinas: Descripción, comportamiento, reproducción y distribución. Tomo 7: Trogonidae a Formicariidae*. Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino", Santa Fe, Argentina.
- de la Peña (2020b). *Aves Argentinas: Descripción, comportamiento, reproducción y distribución. Tomo 4: Cathartidae a Heliornithidae*. Comunicaciones del Museo Provincial de Ciencias Naturales "Florentino Ameghino", Santa Fe, Argentina.
- De Labra-Hernández, M. Á., and K. Renton (2016). Importance of large, old primary forest trees in nest-site selection by the Northern Mealy Amazon (*Amazona guatemalae*). *Tropical Conservation Science* 9:1940082916680361.
- de Melo, T. N., and V. Gama (2016). O comportamento de predação de lagartos de *Attila spadiceus* com notas sobre sua biologia reprodutiva. *Atualidades Ornitológicas* 192: 20-22.
- de Melo, H. R. S., S. Pereira, G. Gonsioroski, M. A. R. Silva, A. S. da Costa Brito, and F. K. Ubaid (2022). Description of the nest, eggs, and nestling growth of the endangered moustached woodcreeper *Xiphocolaptes falcirostris*. *Ornithology Research* 30:174–180.
- Delhey, K. (2018). Nest webs beyond woodpeckers. *Ecology* 99:985–988.
- Dantas Oliveira, C., C. Cornelius, P. C. Stouffer, and K. L. Cockle (2024). Secondary Amazon rainforest partially recovers tree cavities suitable for nesting birds in 18–34 years. *Ornithological Applications* 126: duae008.
- Di Sallo, F. G. (2022). Ecología reproductiva de la comunidad de aves que anidan en cavidades de árboles del Chaco Húmedo argentino: Influencia de características de hábitat y rasgos de las especies. Doctoral Thesis, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.
- Di Sallo, F. G., and K. L. Cockle (2022). The role of body size in nest-site selection by secondary cavity-nesting birds in a subtropical Chaco forest. *Ibis* 164:168–187.
- Dias, R. I., and M. R. Lima (2015). Breeding biology and nest survival in Tropical Screech-Owls (*Megascops choliba*) in the Brazilian Cerrado. *Wilson Journal of Ornithology* 127:432–440.
- Díaz, S., S. Demissew, J. Carabias, C. Joly, M. Lonsdale, N. Ash, A. Larigauderie, J. R. Adhikari, S. Arico, A. Báldi, A. Bartuska, et al. (2015). The IPBES Conceptual

Framework—connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 14:1–16.

Efstathion, C. A., P. M. Bardunias, J. D. Boyd, and W. H. Kern Jr. (2015). A push-pull integrated pest management scheme for preventing use of parrot nest boxes by invasive Africanized honey bees. *Journal of Field Ornithology* 86:65–72.

Fang, Y. T., M. N. Tuanmu, and C. M. Hung (2018). Asynchronous evolution of interdependent nest characters across the avian phylogeny. *Nature Communications* 9:1863.

Félix, R., S. Sampaio, and C. N. El-Hani (2022). The Endangered Grey-breasted Parakeet *Pyrrhura griseipectus* Occurs in Bahia, Brazil. *Cotinga* 44:2–8.

Félix-Silva, A. V., C. B. S. Gomes, and J. L. S de Araújo (2021). Luto e sobrevivência: a luta das comunidades tradicionais pesqueiras nos contextos da pandemia da Covid-19. *Estudos de Psicologia* 26:286–297.

Fernandes, K. C., P. Bosso, A. R. G. Faria, V. T. Kanaan, J. Martinez, C. Miyaki, F. Nunes, L. R. Oliva, N. P. Prestes, T. F. Raso, P. Scherer-Neto, G. H. F Seixas, P. P. Serafini, M. Somenzari, E. A. Sipinski, and K. Traylor-Holzer (2019). *Avaliação de Conservação Ex Situ para a Conservação Integrada do PAN Papagaios e Periquito-cara-suja no Brasil*. UICN CSE Grupo Especialista em Planejamento de Conservação, Foz do Iguaçu, Paraná, Brazil.

Fernandes, N. V. E. (2023). Racismo estrutural e religioso contra Povos e Comunidades Tradicionais de Terreiro durante a Pandemia do COVID-19. *Revista Calundu* 6:19–35.

Ferreira da Silva, G., F. Torres Presti, J. Rechetelo, N. M. R. Guedes, A. P. Wasko, and R. J. Donatelli (2019). Hyacinth Macaw (*Anodorhynchus hyacinthinus*) nests in a mosaic of protected areas in Carajás and surrounding areas, state of Pará, Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 27:187–194.

Ferreira-Xavier (2023). Delimitação genética entre populações de *Pyrrhura griseipectus* Salvadori, 1900, a partir de aves livres, cativas e de museus. Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

García Betoño, M. I. (2020). *Estudios de aspectos reproductivos, alimentarios y poblacionales del Rayadito, Aphrastura spinicauda (Furnariidae, Passeriformes), en ñirantales (Nothofagus antarctica) del centro-oeste de la Provincia de Chubut, Argentina, sometidos a diferentes tipos de impacto ambiental*. Doctoral Thesis, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Garzón-Santomaro, C., E. Naranjo-Saltos, and G. Pozo-Zamora (2020). Depredación de nidos del perico de El Oro *Pyrrhura orcesi* por el tucanete lomirrojo *Aulacorhynchus haematopygus*, en la Reserva Buenaventura, Ecuador. *Huitzil* 21:e532.

Gerstmayr, P. A., V. Monges, A. Jauregui, M. A. Colombo, and L. N. Segura (2022). Cooperative harassment strategy by the European Starling to usurp cavities and

reproductive cost for the neotropical Green-barred Woodpecker. *Neotropical Biodiversity* 8:359–364.

González Herrera, L.R., J. B. Chablé Santos, W. D. J. Aguilar Cordero, and P. M. Saide (2018). El comercio de aves silvestres en la ciudad de Mérida, Yucatán, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 5:271–281.

Greeney, H. F., and R. A. Gelis (2007). Breeding records from the north-east Andean foothills of Ecuador. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 127:236–241.

Grilli, P. G., L. G. Pagano, M. C. Juárez, and G. Marateo (2014). Nidificación del halcón montés grande (*Micrastur semitorquatus*: Falconiformes: Falconidae) en Argentina y un nuevo caso de usurpación de nido de guacamayo. *Acta Zoológica Lilloana* 57:235–239.

Grisolia, M. J. and D. Grosskopf (2021). Análisis de decomisos de fauna silvestre en Argentina durante el año 2020. *Biodiversidad Neotropical* 1(4):1–11.

Guedes, N. M. R. (2004). Management and conservation of the large macaws in the wild. *Ornitología Neotropical* 15:279–283.

Guedes, N. M. R. (2009). *Sucesso reprodutivo, mortalidade e crescimento de filhotes de araras azuis Anodorhynchus hyacinthinus (Aves, Psittacidae) no Pantanal, Brasil*. Doctoral Thesis, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, São Paulo, Brasil.

Girão, W., C. Albano, and A. A. Campos (2010). Inselbergs as habitat to the critically endangered Grey-breasted Parakeet (*Pyrrhura griseipectus*), an endemic species from northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 18:130–132.

Hansen, M. C., P- V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. V. Stehman, S. J. Goetz , T. R. Loveland, A. Kommareddy , A. Egorov, L. Chini, C. O. Justice, J. R. G. Townshend (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science* 342(6160):850–853.

Hardy, J. W. (1963). Epigamic and reproductive behavior of the Orange-fronted Parakeet. *The Condor* 65:169–199.

Ibarra, J. T., M. Martin, K. L. Cockle, and K. Martin (2017). Maintaining ecosystem resilience: functional responses of tree cavity nesters to logging in temperate forests of the Americas. *Scientific Reports* 7:4467.

Ibarra, J. T., A. Barreau, J. Caviedes, N. Pessa, J. Valenzuela, S. Navarro-Manquilef, C. Monterrubio-Solís, A. Ried, and J. C. Pizarro (2020a). Listening to elders: birds and forests as intergenerational links for nurturing biocultural memory in the southern Andes. In *Transnational children and youth: experiences of nature and place, culture and care across the Americas* (V. Derr, and Y. Corona, Editors). Routledge, Abingdon, UK.

Ibarra, J.T., J. Caviedes, and P. Benavides. (2020b). Winged voices: Mapuche ornithology from South American temperate forests. *Journal of Ethnobiology* 40:89–100.

- Ibarra, J. T., K. L. Cockle, T. A. Altamirano, Y. van der Hoek, S. W. Simard, C. Bonacic, and K. Martin (2020c). Nurturing resilient forest biodiversity: nest webs as complex adaptive systems. *Ecology & Society* 25:27.
- Ibarra, J. T., F. J. Novoa, H. Jaillard, and T. A. Altamirano (2020d). Large trees and decay: Suppliers of a keystone resource for cavity-using wildlife in old-growth and secondary Andean temperate forests. *Austral Ecology* 45:1135–1144.
- Ibarra, J. T., J. Caviedes, A. Barreau, N. Pessa, J. Valenzuela, S. Navarro-Manquelef, and J. C. Pizarro (2022). Escuchando a los abuelos: transdisciplina, aves y gente para cultivar la memoria biocultural. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud* 20:1–22.
- Jauregui, A. (2020). *Selección de sitios de nidificación y efecto del hábitat en el éxito reproductivo de Colaptes campestris (Carpintero Campestre) y Colaptes melanochloros (Carpintero Real) (Aves: Picidae) en talaes bonaerenses*. Doctoral Thesis, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- Jauregui, A., S. A. Rodríguez, L. N. G. García, E. Gonzalez, and L. N. Segura (2021). Wood density and tree size used as cues to locate and excavate cavities in two *Colaptes* woodpeckers inhabiting a threatened southern temperate forest of Argentina. *Forest Ecology and Management* 502:119723.
- Jauregui, A., E. Gonzalez, and L. N. Segura (2022). Multi-scale nest survival analysis suggests new cavities improve nest success for the Green-barred Woodpecker, but not the Campo Flicker, in a threatened woodland of Argentina. *Ornithological Applications* 124:duac039.
- Jauregui, A., P. A. Gerstmayr, M. A. Colombo, and L. N. Segura (2023). High breeding success of the European Starling compared to native species in a recently invaded natural forest of South America. *Avian Conservation & Ecology* 18:12.
- Juanz Aguirre, D. G. (2022). *Ocupación de nidos artificiales por aves y fauna residente en dos tipos de hábitats dentro del Área Privada de Conservación "Xicotitla", Veracruz*. Master's dissertation, Universidad Veracruzana, Región Xalapa, México.
- Ke, A., E. Cedeño, J. Karubian, L. Carrasco, F. Castillo, N. Gonzales, and D. S. Karp (2023). Cavity-nesting birds are limited by nesting habitat in Neotropical agricultural landscapes. *Biotropica* 55:1045–1057.
- Kirwan, G. M. (2009). Notes on the breeding ecology and seasonality of some Brazilian birds. *Revista Brasileira de Ornitologia* 17:121–136.
- Kuemmerle, T., M. Altrichter, G. Baldi, M. Cabido, M. Camino, E. Cuellar, R. Leny Cuellar, J. Decarre, S. Díaz, I. Gasparri, G. Gavier-Pizarro, et al. (2017). Forest conservation: remember Gran Chaco. *Science* 355:465.

- Lack, D. (1948). The significance of clutch size. Part III. Some interspecific comparisons. *Ibis* 90:25–45.
- Lammertink, M., T. W. Gallagher, K. V. Rosenberg, J. W. Fitzpatrick, E. Liner, J. Rojas-Tomé, and P. Escalante (2011). Film documentation of the probably extinct Imperial Woodpecker (*Campephilus imperialis*). *The Auk* 128:671–677.
- Lammertink, M., J. M. Fernández, and K. L. Cockle (2020). Comparison of nesting ecology of three co-existing Atlantic Forest woodpeckers reveals narrow specialization in the Helmeted Woodpecker *Celeus galeatus*. *Acta Ornithologica* 55:101–110.
- Lewis, T., I. Gutiérrez Vargas, C. Vredenburg, M. Jimenez, B. Hatchwell, A. P. Beckerman, and D. Z. Childs (2023). Nest-site selection and reproductive success of a critically endangered parrot, the Great Green Macaw (*Ara ambiguus*), in an anthropogenic landscape. *Ibis* 457:1003.
- Liébana, M. S., J. H. Sarasola, and M. Á. Santillán (2013). Nest-box occupancy by Neotropical raptors in a native forest of central Argentina. *Journal of Raptor Research* 47:208–213.
- Lindell, C. (1996). Patterns of nest usurpation: when should species converge on nest niches?. *The Condor* 98:464–473.
- Lindsey, G. D. (1992). Nest guarding from observation blinds: Strategy for improving Puerto Rican Parrot nest success. *Journal of Field Ornithology* 63:466–472.
- López, F. G. (2022). *Ecología reproductiva del Halconcito Colorado (Falco sparverius) y del Calancate Cabeza Azul (Thectocercus acuticaudatus) en el Caldenal pampeano*. Doctoral Thesis, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina.
- López, F. G., J. M. Grande, I. Berkunsky, M. A. Santillán, and M. E. Rebollo (2018). First report of Burrowing parrot (*Cyanoliseus patagonus*) nesting in tree cavities. *Ornitología Neotropical* 29:71–75.
- López-Feldman, A., C. Chávez, M. A. Vélez, H. Bejarano, A. B. Chimeli, J. Féres, J. Robalino, R. Salcedo, and C. Viteri (2020). COVID-19: impactos en el medio ambiente y en el cumplimiento de los ODS en América Latina. *Desarrollo y Sociedad* 86:104–132.
- Lorenz, S., and J. T. Toldeo (2014). A Wing-barred Piprites *Piprites chloris* nest in Mato Grosso, Brazil. *Cotinga* 36:67–68.
- Lorenz, T., K. T. Vierling, T. R. Johnson, and P. C. Fischer (2015). The role of wood hardness in limiting nest site selection in avian cavity excavators. *Ecological Applications* 25:1016–1033.
- Lundblad, C. G., and C. J. Conway (2021). Ashmole's hypothesis and the latitudinal gradient in clutch size. *Biological Reviews* 96:1349–1366.

- Madroño, A. (2016). Las vocalizaciones de las aves como herramienta de documentación del conocimiento tradicional indígena Aché en el bosque atlántico de Paraguay. *Revista Chilena de Ornitología* 22(1):, 89–106.
- Martin, K., K. E. Aitken, and K. L. Wiebe (2004). Nest sites and nest webs for cavity-nesting communities in interior British Columbia, Canada: nest characteristics and niche partitioning. *The Condor* 106:5–19.
- Martin, K., and J. M. Eadie (1999). Nest webs: a community-wide approach to the management and conservation of cavity-nesting forest birds. *Forest Ecology and Management* 115:243–257.
- Masello, J. F. and P. Quillfeldt (2005). La colonia de loros barranqueros en la costa rionegrina de El Cóndor. Un patrimonio mundial. Las mesetas patagónicas que caen al mar: la costa rionegrina (ed. by R.F. Masera, J. Lew and G. Serra Peirano), pp. 349–371. Ministerio de Familia, Gobierno de Río Negro, Argentina, Viedma.
- Masello, J. F., and P. Quillfeldt (2012). ¿Cómo reproducirse exitosamente en un ambiente cambiante? Biología reproductiva del Loro Barranquero (*Cyanoliseus patagonus*) en el noreste de la Patagonia. *El Hornero* 27:73–88.
- Mata, M. (2013). *Estudio de la biología reproductiva de la Golondrina Verde (Tachycineta euchrysea), una especie endémica y amenazada de la isla 'La Hispaniola'*. Undergraduate thesis, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina.
- Maya-Elizarrarás, E., K. Renton, J. A. De la Mora-Hernández, and L. M. Maya-Elizarrarás (IN PRESS). A tropical paradise for all? Nest-site selection shifts by an endemic Neotropical woodpecker associated with human settlements. *Ornithological Applications*.
- Medina-Estrada, J., D. Remolina-Figueroa, P. Ramírez-Bastida, and L. D. Vázquez-Reyes (2022). Nesting resources availability for cavity adopter birds in a tropical dry forest of Central Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 93:e933836.
- Mena, V. P., J. R. Stallings, J. B. Regalado, and R. L. Cueva (2000). The sustainability of current hunting practices by the Huaorani. Pages 57–78 in J. G Robinson and E. L. Bennett, editors. *Hunting for Sustainability in Tropical Forests*. Columbia University Press, New York, New York, USA.
- Menezes, J. C., and M. Â. Marini (2017). Predators of bird nests in the Neotropics: a review. *Journal of Field Ornithology* 88:99–114.
- Minot, E. O., and C. M. Perrins (1986). Interspecific interference competition: Nest sites for Blue and Great Tits. *Journal of Animal Ecology* 55:331–350.
- Mondardo, M. (2021). Povos indígenas e comunidades tradicionais em tempos de pandemia da Covid-19 no Brasil: estratégias de luta e re-existência. *Finisterra* 55:81–88.

Montenegro-Pazmiño, E., and G. Muñoz (2024). Unveiling social dynamics in people's perception of raptors to guide effective conservation strategies. *Journal of Ethnobiology* DOI: 10.1177/02780771241250117

Muñoz-Pedreros, A., C. Gil, J. Yáñez, and J. R. Rau (2010). Raptor habitat management and its implication on the biological control of the Hantavirus. *European Journal of Wildlife Research* 56:703-715.

Nadkarni, N. M., and N. T. Wheelwright (2000). *Monteverde: Ecology and Conservation of a Tropical Cloud Forest*. Oxford University Press, New York, USA.

Naniwadekar, R., A. Rathore, U. Shukla, and A. Datta (2022). Roost site use by Great (*Buceros bicornis*) and Wreathed (*Rhyticeros undulatus*) Hornbill and its implications for seed dispersal. *Biotropica* 54:1315–1319.

Newton, I. (1998). *Population Limitation in Birds*. Academic Press, San Diego, California, USA.

Norris, A. R., K. E. H. Aitken, K. Martin, and S. Pokorny (2018). Nest boxes increase reproductive output for Tree Swallows in a forest grassland matrix in central British Columbia. *PLoS ONE* 13(10):e0204226.

Nunes, F. D. P. (2017). *Ecologia reprodutiva do periquito cara-suja Pyrrhura griseipectus no maciço de Baturité, Ceará-Brasil*. Master's thesis, Universidade Federal do Ceará, Brasil. Repository of the Universidade Federal do Ceará. <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/34590>

Núñez Montellano, M. G. (2020). White-barred Piculet (*Picumnus cirratus*) nestlings killed by White-fronted Woodpecker (*Melanerpes cactorum*) in dry Chaco woodlands of Argentina. *The Wilson Journal of Ornithology* 132:172–176.

Ojeda, V. S. (2016). Tree-cavity nesting in Buff-winged Cinclodes (*Cinclodes fuscus*) populations from northwestern Argentine Patagonia. *Ornitología Neotropical* 27:35–46.

Ojeda, V. L., and M. L. Chazarreta (2006). Provisioning of Magellanic Woodpecker (*Campephilus magellanicus*) nestlings with vertebrate prey. *The Wilson Journal of Ornithology* 118:251–254.

Ojeda, V. S., A. Schaaf, T. A. Altamirano, B. Bonaparte, L. Bragagnolo, L. Chazarreta, K. L. Cockle, R. Dias, F. G. Di Sallo, J. T. Ibarra, S. Ippi, et al. (2021). Latitude does not influence cavity entrance orientation of South American avian excavators. *Ornithology* 138:1–14.

Ojeda, V., M. L. Chazarreta, J. F. Masello, F. Buglione-Rodríguez, and M. Failla (2022). European Starlings expand into Patagonia. Time for action. *Global Ecology and Conservation* 39:e02295.

- Olah, G., G. Vigo, R. Heinsohn, and D. J. Brightsmith (2014). Nest site selection and efficacy of artificial nests for breeding success of Scarlet Macaws *Ara macao macao* in lowland Peru. *Journal for Nature Conservation* 22:176–185.
- Olmos, F., W. A. G. Silva, and C. Albano (2005). Grey-breasted Conure *Pyrrhura griseipectus*, an overlooked endangered species. *Cotinga*. 24:77–83.
- Olmos-Moya, N., P. Díaz-Siefer, R. A. Pozo, F. E. Fontúrbel, B. Lavandero, S. Abades, and J. L. Celis-Diez (2022). The use of cavity-nesting wild birds as agents of biological control in vineyards of Central Chile. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 334:107975.
- Onofri Saiki, P. T., L. de F. Estevinho Guido, and A. M. de Oliveira Cunha (2009). Etnoecologia, etnotaxonomia e valoração cultural de Psittacidae em distritos rurais do Triângulo Mineiro, Brasil. *Revista Brasileira de Ornitologia* 17:41–52.
- Orefici, G. (2016). Religion in Nasca culture. Pages 163–180 in R. Lasaponara, N. Masini, and G. Orefici, editors. *The Ancient Nasca World: New Insights from Science and Archeology*. Springer, Cham, Switzerland.
- Pacífico, E. C., C. A. Efstathion, T. Filadelfo, R. Horsburgh, R. A. Cunha, F. R. Paschotto, F. V. Denes, J. Gilardi, and J. L. Tella (2020). Experimental removal of invasive Africanized honey bees increased breeding population size of the endangered Lear's macaw. *Pest Management Science* 76:4141–4149.
- Paratori, M., F. J. Novoa, T. A. Altamirano, C. Bonacic, and J. T. Ibarra (2023). Tree-cavity survival for biodiversity in temperate forests of South America: A multi-scale approach. *Forest Ecology and Management* 530:120769.
- Pedro, M. K. P. (2023). Ninhos artificiais não substituem cavidades naturais para aves em remanescentes de vegetação nativa em matriz antropizada no sudeste do Brasil. Undergraduate Thesis, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, São Paulo, Brazil.
- Perella, D. F., and F. J. V. Guida (2019). Additional information on reproductive behavior of the Red-breasted Toucan, *Ramphastos dicolorus* (Aves: Piciformes: Ramphastidae). *Biota Neotropica* 19:e20180576
- Philoveny, P., and J. Mohd-Azlan (2023). How do people in the “Land of Hornbills” perceive Hornbills? *Bird Conservation International* 33:e5.
- Pinho, B. X., C. A. Peres, I. R. Leal, and M. Tabarelli. (2020). Critical role and collapse of tropical mega-trees: A key global resource. *Advances in Ecological Research* 62:253–294.
- Pinilla Espinoza, C. V. (2022). *Impacto de un incendio sobre la comunidad de aves y el uso de cajas anideras como medida de restauración en las aves nidificadoras secundarias de cavidades en el santuario de la naturaleza Quebrada de la Plata*. Undergraduate Thesis, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Pires, S., and R. V. Clarke (2012). Are parrots CRAVED? An analysis of parrot poaching in Mexico. *Journal of Research in Crime and Delinquency* 49:122–146. DOI: 10.1177/0022427810397950

Plazas-Cardona, D., and J. D. Wilches-Vega (2017). Usurpación de cavidad por *Pteroglossus castanotis* a *Campephilus melanoleucos* y a *Ara serveis* en la Orinoquía Colombiana. *Boletín SAO* 26:9–13.

Politi, N., M. Hunter Jr., and L. Rivera (2009). Nest selection by cavity-nesting birds in subtropical montane forests of the Andes: implications for sustainable forest management. *Biotropica* 41:354–360.

Politi, N., M. Hunter Jr., and L. Rivera (2010). Availability of cavities for avian cavity nesters in selectively logged subtropical montane forests of the Andes. *Forest Ecology and Management* 260:893–906.

Politi, N., M. Hunter, and L. Rivera (2012). Assessing the effects of selective logging on birds in Neotropical piedmont and cloud montane forests. *Biodiversity and Conservation* 21:3131–3155.

Pozzi, C., M. Rajchenberg, and V. Ojeda (2020). Decay fungi associated with cavity excavation by a large South American woodpecker. *Forest Pathology* 50:e12634.

Protti-Sánchez, F., and L. Sandoval (2019). Changes in nesting sites abundance and their use by woodpeckers along an urban gradient: a ten-year comparison. *Revista de Biología Tropical* 67:274–281.

Quilodrán, C. S., R. A. Vásquez, and C. F. Estades (2012). Nesting of the Thorn-tailed Rayadito (*Aphrastura spinicauda*) in a pine plantation in southcentral Chile. *The Wilson Journal of Ornithology* 124:737–742.

Ramírez-Herranz, M., F. Sayol, R. S. Rios, A. Antonelli, and F. A. Squeo (2023). The origin of excavator nesting behavior and its impact on the evolution of Neotropical parrots. *Oikos* 2023:e10155.

Rebollo, M. E., L. A. Bragagnolo, M. A. Santillán, F. G. López, P. M. Orozco, and M. M. Reyes (2013). Registros de nidadas de cinco huevos y cinco pichones para el Coludito Copetón (*Leptasthenura platensis*) en cajas nido, en la provincia de La Pampa, Argentina. *Nuestras Aves* 58:91–94.

Rebollo, M. E., L. A. Bragagnolo, M. A. Santillán, F. G. López, P. M. Orozco-Valor, M. M. Reyes, and J. M. Grande (2022). Biología reproductiva del Coludito Copetón (*Leptasthenura platensis*) en cajas nido en el centro de Argentina. *El Hornero* 37:25–35.

Redman, C. L., J. M. Grove, and L. H. Kuby (2004). Integrating social science into the Long-Term Ecological Research (LTER) network: Social dimensions of ecological change and ecological dimensions of social change. *Ecosystems* 7:161–171.

- Regueira, R. F. S. and E. Bernard (2012). Wildlife sinks: Quantifying the impact of illegal bird trade in street markets in Brazil. *Biological Conservation* 14:16–22.
- Rendell, W. B., and R. J. Robertson (1989). Nest-site characteristics, reproductive success and cavity availability for Tree Swallows breeding in natural cavities. *The Condor* 91: 875–885.
- Rengifo-Salado, E., S. Rios-Torres, L. Fachín Malaverri, and G. Vargas-Arana (2017). Saberes ancestrales sobre el uso de flora y fauna en la comunidad indígena Tikuna de Cushillo Cocha, zona fronteriza Perú-Colombia-Brasil. *Revista Peruana de Biología* 24:67–78 <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i1.13108>
- Renton, K., and D. J. Brightsmith (2009). Cavity use and reproductive success of nesting macaws in lowlands forest of southeast Peru. *Journal of Field Ornithology* 80:1–8.
- Renton, K., A. Salinas-Melgoza, R. Rueda-Hernández, and L. D. Vázquez-Reyes (2018). Differential resilience to extreme climate events of tree phenology and cavity resources in tropical dry forest: Cascading effects on a threatened species. *Forest Ecology and Management* 426:164–175.
- Retana-Guiascón, O. G., R. A. Puc-Gil, and L. G. Martínez-Pech (2012). Uso de la fauna silvestre por comunidades Mayas de Campeche. El caso de las aves. Pages 20–21 in M. A. Vázquez-Dávila and D. Lope-Alzina, editors. *Aves y Huertos de México*. CONACyT: Red de Etnoecología y Patrimonio Biocultural, Oaxaca, Mexico.
- Reyes-García, V., D. García-Del-Amo, A. Porcuna-Ferrer, A. Schlingmann, M. Abazeri, E. M. Attoh, J. Vieira da Cunha Ávila, A. Ayanlade, D. Babai, P. Benyei, et al. (2024). Local studies provide a global perspective of the impacts of climate change on Indigenous Peoples and local communities. *Sustainable Earth Reviews* 7(1): 1.
- Rivera, L., N. Politi, and E. H. Bucher (2012). Ecología y conservación del Loro Alisero (*Amazona tucumana*). *El Hornero* 27:51–61.
- Rizzo, F. (2010). Utilización de nidos de Hornero (*Furnarius rufus*) por el Estornino Pinto (*Sturnus vulgaris*). *Nuestras Aves* 55:33–35.
- Rodrigues da Silva, J., J. P. Gomes dos Santos, F. M. Freitas Viana, J. Rodrigues Larrosa Oler, and A. M. Steward (2020). Impactos da Covid-19 nas cadeias produtivas e no cotidiano de comunidades tradicionais na Amazônia Central. *Mundo Amazônico* 11:75–92.
- Rojas, A., E. Yucra, I. Vera, A. Requejo, and J. Tella (2014). A new population of the globally Endangered Red-fronted Macaw *Ara rubrogenys* unusually breeding in palms. *Bird Conservation International* 24:389–392.
- Romero-Vidal, P., G. Blanco, F. Hiraldo, J. A. Díaz-Luque, A. Luna, D. Lera, S. Zalba, M. Carrete, and J. L. Tella (2023b). Nesting innovations in neotropical parrots associated to anthropogenic environmental changes. *Ecology & Evolution* 13:e10462.

- Romero-Vidal, P., G. Blanco, J. M. Barbosa, M. Carrete, F. Hiraldo, E. C. Pacífico, A. Rojas, A. O. Bermúdez-Cavero, J. A. Díaz-Luque, R. León-Pérez, and J. L. Tella (2024). The widespread keeping of wild pets in the Neotropics: An overlooked risk for human, livestock and wildlife health. *People and Nature*. DOI:10.1002/pan3.10625
- Romero-Vidal, P., F. Hiraldo, F. Rosseto, G. Blanco, M. Carrete, and J. L. Tella (2020). Opportunistic or non-random wildlife crime? attractiveness rather than abundance in the wild leads to selective parrot poaching. *Diversity* 12(8):314.
- Romero-Vidal, P., B. Toledo-González, L. Bunn, G. Blanco, F. Hiraldo, A. O. Bermúdez-Cavero, M. Carrete, and J. L. Tella (2023a). Poaching sources and trade routes in Peru and Ecuador warn of the unsustainable rural demand for preferred parrot species. *Conservation Science and Practice* e12936.
- Rosso, C. N., and A. Pautasso (2017). Aves y Mocovíes: Una mirada a sus relaciones en el siglo XVIII en la región del Gran Chaco meridional a partir de fuentes jesuitas. *El Hornero* 32:151–164.
- Rueda-Hernández, R., A. Ruiz-Sánchez, I. MacGregor-Fors, and K. Renton (2023). The standing dead: Importance of snags for cavity-nesting birds in tropical periurban forests. *The Wilson Journal of Ornithology* 135:85–93.
- Ruggera, R. A., A. A. Schaaf, C. G. Vivanco, N. Politi, and L. Rivera (2016). Exploring nest webs in more detail to improve forest management. *Forest Ecology and Management* 37:93–100.
- Salas-Picazo, R. I., O. E. Ramírez-Bravo, I. Meza-Padilla, and E. E. Camargo-Rivera (2023). The role of social media groups on illegal wildlife trade in four Mexican states: A year-long assessment. *Global Ecology and Conservation* 45:e02539.
- Salvador, S. A. (2012). Reutilización de nidos por aves en el área central de Córdoba, Argentina. *Nótulas Faunísticas* 91:1–9.
- Salvador, S. A. (2014). Nidos abandonados: utilización para criar por aves en Argentina. *Biológica* 17:5–9.
- Sampaio, M. F., P. H. Kotovicz, and M. A. V. Vallejos (2022). First record of a Rufous-breasted Leaf-tosser (*Sclerurus scansor*) nesting in a tree cavity. *El Hornero* 37:79–83.
- Sanabria Mejía, J. S. (2010). *Aproximación a la biología reproductiva del Loro Multicolor Haplospittaca amazonina velezi en una localidad de la cordillera central, Tolima*. Undergraduate Thesis, Universidad del Tolima, Ibagué, Tolima, Colombia.
- Sanchez-Martínez, T. C., and K. Renton (2009). Availability and selection of arboreal termite nests as nest-sites by Orange-fronted Parakeets *Aratinga canicularis* in conserved and modified landscapes in Mexico. *Ibis* 151:311–320.

- Sánchez-Mercado, A., M. Asmüssen, K. M. Rodríguez-Clark, J. P. Rodríguez, and W. Jedrzejewski (2016). Using spatial patterns in illegal wildlife uses to reveal connections between subsistence hunting and trade: Spatial Patterns in Illegal Wildlife Uses. *Conservation Biology* 30:1222–1232.
- Sánchez-Mercado, A., O. Blanco, B. Sucre-Smith, J. M. Briceño-Linares, C. Peláez, and J. P. Rodríguez (2020). Using peoples' perceptions to improve conservation programs: the Yellow-shouldered Amazon in Venezuela. *Diversity* 12:342.
- Sánchez-Mercado, A., O. Blanco, B. Sucre, J. M. Briceño-Linares, C. Peláez, and J. P. Rodríguez (2021). When good attitudes are not enough: Understanding intentions to keep Yellow-shouldered Amazons as pets on Margarita Island, Venezuela. *Oryx* 56:209–217.
- Sánchez-Mercado, A., M. D. Pineda, L. Moran, A. Cardozo-Urdaneta, A. Díaz, and F. Moya (2022a). *Entendiendo el comportamiento y la audiencia. Módulo 1 - Herramienta 1. Campañas de cambio de comportamiento para reducir la demanda de fauna*. Provita, Caracas, Venezuela.
- Sánchez-Mercado, A., L. Moran, M. D. Pineda, A. Cardozo-Urdaneta, A. Díaz, F. Moya, and J. A. Díaz-Luque (2022b). *Definiendo la Teoría de Cambio. Módulo 1 - Herramienta 2. Campañas de cambio de comportamiento para reducir la demanda de fauna*. Provita, Caracas, Venezuela.
- Sánchez-Mercado, A., L. Moran, M. D. Pineda, A. Cardozo-Urdaneta, A. Díaz, F. Moya, and G. Ramírez (2022c). *Comunicación estratégica. Módulo 1 - Herramienta 3. Herramientas para diseñar campañas de cambio de comportamiento para reducir la demanda de fauna*. Provita, Caracas, Venezuela.
- Sánchez-Mercado, A., M. Asmüssen, J. P. Rodríguez, L. Moran, A. Cardozo-Urdaneta, and L.I. Morales (2020d). Illegal trade of the Psittacidae in Venezuela. *Oryx* 54:77–83.
- Sánchez-Pedraza, R., M. R. Gamba-Rincón, and A. L. González-Rangel (2012). Use of black vulture (*Coragyps atratus*) in complementary and alternative therapies for cancer in Colombia: A qualitative study. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 8:20.
- Sandoval, L. (2009). Densidad de sitios para anidar y su uso por dos especies de pájaro carpintero (*Melanerpes rubricapillus* y *M. chrysauchen*) (Piciformes: Picidae) en un gradiente urbano de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 57:351–355.
- Sandoval, L., E. Rojas, M. Retana, I. Gutiérrez, and G. Barrantes (2021). Artificial cavities and substrates for cavity-nesting birds in Neotropical urban environments: A novel resource or the last opportunity to breed? *The Wilson Journal of Ornithology* 133:390–397.
- Santos, C. C. D., N. S. Martins, S. P. D. Motta, L. S. S. D. Santos, P. R. S. D. Santos, J. L. Ruas, and N. A. D. R. Farias (2021). *Coragyps atratus* (Bechstein, 1793): A new type of nesting in an urban area of Pelotas, Southern Brazil. *Science and Animal Health* 9:2–9.

- Sanz, V. (2008). Analisis multiscalar y multivariado para evaluar la susceptibilidad de los nidos de psitácidos a la depredación: un ejemplo con la Cotorra Cabeciamarilla (*Amazona barbadensis*). *Ornitologia Neotropical* 19:123–134.
- Sanz, V., A. Rodríguez-Ferraro, M. Albornoz, and C. Bertsch (2003). Use of artificial nests by the yellow-shouldered parrot (*Amazona barbadensis*). *Ornitologia Neotropical* 14:345–351.
- Sanz, V., and A. Rodríguez-Ferraro (2006). Reproductive parameters and productivity of the Yellow-shouldered parrot on Margarita Island, Venezuela: a long-term study. *The Condor* 108:178–192.
- Schaaf, A. A., E. Tallei, R. A. Ruggera, C. G. Vivanco, L. Rivera, and N. Politi (2020). An assessment of the availability of cavities for secondary cavity-nesting birds in certified and conventionally-logged Neotropical rainforests. *iForest-Biogeosciences and Forestry* 13:318–322.
- Schaaf A. A., R. A. Ruggera, C. G. Vivanco, E. Tallei, A. Benavidez, S. Albanesi, L. O. Rivera, and N. Politi (2020a). Tree use, niche breadth and overlap for excavation by woodpeckers in subtropical piedmont forests of northwestern Argentina. *Acta Ornithologica*. 55: 111–119. DOI 10.3161/00016454AO2020.55.1.011
- Schaaf, A. A., C. G. García, R. A. Ruggera, E. Tallei, C. G. Vivanco, L. Rivera, and N. Politi (2021). Influence of logging on nest density and nesting microsites of cavity-nesting birds in the subtropical forests of the Andes. *Forestry: An International Journal of Forest Research* 95:73–82.
- Schum, T. (2018). From Egypt to Mount Qāf: The symbolism of the Hoopoe in Muslim literature and folklore. *Journal of Islamic and Muslim Studies* 3:37–57.
- Sebele, L., P. Mundy, and H. Fritz (2022). Anthropogenic habitats influence rodent diversity in the diet of Barn Owls (*Tyto alba*): Insights for possible biological control of commensal rodents. *African Journal of Ecology* 61:233–237.
- Segovia, J. M. and K. L. Cockle (2012). Conservación del Loro Vinoso (*Amazona vinacea*) en Argentina. *El Hornero* 27:27–37.
- Seixas, G. H. F., and G. Mourão (2022). A long-term study indicates that tree clearance negatively affects fledgling recruitment to the Blue-fronted Amazon (*Amazona aestiva*) population. *PLoS ONE* 17:e0267355.
- Sheard, C., S. E. Street, S. D. Healy, C. A. Troisi, A. D. Clark, A. Yovcheva, A. Trébaol, K. Vanadzina, K., and K. N. Lala (2024). Nest traits for the world's birds. *Global Ecology and Biogeography* 33:206–214.
- Skutch, A. F. (1971). Life history of the Bright-rumped Attila *Attila spadiceus*. *Ibis* 113:316–322.

- Soares, L., K. L. Cockle, E. Ruelas Inzunza, J. T. Ibarra, C. I. Miño, S. Zuluaga, E. Bonaccorso, J. C. Ríos-Orjuela, F. A. Montaña-Centellas, J. F. Freile, M. A. Echeverry-Galvis, et al. (2023). Neotropical Ornithology: Reckoning with historical assumptions, removing systemic barriers, and reimagining the future. *Ornithological Applications* 125:duac046.
- Somenzari, M., and R. Tomasi Jr. (2021). Novidades sobre o papagaio-de-peito-roxo em Minas Gerais. Pages 161–174 in J. Martinez and N. P. Prestes, editors. *Biologia da Conservação: Programa Nacional para Conservação do Papagaio-de-peito-roxo e Outras Iniciativas*. Livraria e Editora Werlang Ltda, Passo Fundo, Brazil.
- Somerville, A. D., B. A. Nelson, and K. J. Knudson (2010). Isotopic investigation of pre-Hispanic macaw breeding in Northwest Mexico. *Journal of Anthropological Archaeology* 29:125–135.
- Souto, W. M. S., M. A. R. Torres, B. F. C. F. Sousa, K. G. G. C. Lima, L. T. S. Vieira, G. A. Pereira, A. Guzzi, M. V. Silva, and B. G. N. Pralon (2017). Singing for cages: The use and trade of Passeriformes as wild pets in an economic center of the Amazon—NE Brazil route. *Tropical Conservation Science* 10:194008291768989.
- Speziale, K. L., S. A. Lambertucci, G. Gleiser, J. L. Tella, F. Hiraldo, and M. A. Aizen (2018). An overlooked plant–parakeet mutualism counteracts human overharvesting on an endangered tree. *Royal Society Open Science* 5:171456.
- Studer, A., and M. A. Crozariol (2021). Breeding ecology of Rufous Casiornis *Casiornis rufus* in south-east Brazil. *Bulletin of the British Ornithologists' Club* 141:169–178.
- Tallei, E., A. A. Schaaf, L. Rivera, and N. Politi (2021). Tayra behavior preying on a cavity nest in the subtropical forest of the Southern Yungas. *Food Webs* 27:e00190.
- Tanaka, R. M., E. Muscat, and E. Laura (2016). First record of *Philydor atricapillus* nesting in bamboo (*Guadua* [sic] *tagoara*). *Atualidades Ornitológicas* 194:26.
- Tanner, J. T. (1964). The decline and present status of the Imperial Woodpecker of Mexico. *The Auk* 81:74–81.
- Tarazona-Tubens, F. L., F. Abadi, C. R. Britt, M. Muschamp, and M. J. Desmond (2022). Nest box placement influences occupancy by Yellowheaded (*Amazona oratrix*) and White-fronted (*Amazona albifrons*) Parrots in the pine savannas of Belize. *Avian Conservation and Ecology* 17(2):30. <https://doi.org/10.5751/ACE-02234-170230>
- Tella, J. L., and F. Hiraldo (2014). Illegal and legal parrot trade shows a long-term, cross-cultural preference for the most attractive species increasing their risk of extinction. *PLoS ONE* 9(9):e107546.
- Texeira, D. M. (2017). Com o diabo no corpo: Os terríveis papagaios do Brasil colônia. *Anais do Museu Paulista* 25:87–126. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-02672017v25n0104>

Tomasevic, J. A., and C. Estades (2006). Stand attributes and the abundance of secondary cavity-nesting birds in southern beech (*Nothofagus*) forests in south-central Chile. *Ornitologia Neotropical* 17:1–14.

Tomasi, R., Jr., N. P. Prestes, J. Martinez, and V. T. R. Gaboardi (2021). Aspectos reprodutivos do papagaio-de-peito-roxo (*Amazona vinacea*). Pages 237–247 in J. Martinez and N. P. Prestes, editors. *Biologia da Conservação: Programa Nacional para Conservação do Papagaio-de-peito-roxo e Outras Iniciativas*. Livraria e Editora Werlang Ltda, Passo Fundo, Brazil.

Tuhiwai Smith, L. 1999. Decolonizing methodologies. Research and Indigenous Peoples. University of Otago Press, Dunedin, New Zealand.

Turienzo, P., and O. Di Iorio (2007). Insects found in birds' nests from Argentina. Part I: a bibliographical review, with taxonomical corrections, comments and a hypothetical mechanism of transmission of cimicid bugs. *Zootaxa* 1561:1–52.

van der Hoek, Y., G. V. Gaona, and K. Martin (2017). The diversity, distribution and conservation status of the tree-cavity-nesting birds of the world. *Diversity and Distributions* 23:1120–1131.

van der Hoek, Y., and K. Martin (2018). Woodpecker cavity tree selection in the Ecuadorean Amazon Region. *Ornitologia Neotropical* 29:95–99.

Vasconcelos M. F., D. Hoffmann, M. C. de Araújo, and P. N. Vasconcelos (2015). Bird-termite interactions in Brazil: A review with perspectives for future studies. *Biota Neotropical* 15:1–22.

Vaughan, C., N. Nemeth, and L. Marineros (2003). Ecology and management of natural and artificial Scarlet Macaw (*Ara macao*) nest cavities in Costa Rica. *Ornitologia Neotropical* 14:381–396.

Vázquez, L., and K. Renton (2015). High density of tree-cavities and snags in tropical dry forest of western Mexico raises questions for a latitudinal gradient. *PLoS ONE* 10:e0116745.

Vergara-Tabares, D. L., J. M. Cordier, M. A. Landi, G. Olah, and J. Nori (2020). Global trends of habitat destruction and consequences for parrot conservation. *Global Change Biology* 26:4251–4262.

Vishwakarma, A., A. Kumar, and M. Krishna (2022). Hornbills: A flagship species in Pakke Tiger Reserve, Arunachal Pradesh, India. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences* 48:663–669.

von Haartman, L. (1957). Adaptation in hole-nesting birds. *Evolution* 11:339–347.

Walters, J. R. (1991). Application of ecological principles to the management of endangered species: The case of the Red-cockaded Woodpecker. *Annual Review of Ecology and Systematics* 22:505–523.

Wellman-Labadie, O., J. Picman, and M. T. Hincke (2008). Antimicrobial activity of the Anseriform outer eggshell and cuticle. *Comparative Biochemistry and Physiology* 149:640–649.

White, T. H., and J. E. Jiménez (2017). *Lophozonia* tree cavities used for nesting by Slender-billed Parakeets (*Enicognathus leptorhynchus*) in the central valley of southern Chile: a potentially vanishing keystone resource. *Avian Research* 8:1–12.

Wesołowski, T. (2011). Reports from nestbox studies: a review of inadequacies. *Acta Ornithologica* 46: 13-17.

Wiebe, K. L., Koenig, W. D., and K. Martin (2006). Evolution of clutch size in cavity-excavating birds: the nest site limitation hypothesis revisited. *The American Naturalist* 167:343–353.

Wright, T. F., C. A. Toft, E. Enkerlin-Hoeflich, J. Gonzalez-Elizondo, M. Albornoz, A. Rodríguez-Ferraro, F. Rojas-Suárez, V. Sanz, A. Trujillo, S. R. Beissinger, et al. 2001. Nest poaching in Neotropical parrots. *Conservation Biology* 15:710–720.

Yanchapaxi, MF, M. Liboiron, K. Crocker, D. Smiles, and E. Tuck (2022). Finding a good starting place: An interview with scholars in the CLEAR Lab. *Curriculum Inquiry* 52:162–170. DOI: 10.1080/03626784.2022.2052637

Yua, E., J. Raymond-Yakoubian, R. Aluaq Daniel, and C. Behe (2022). A framework for co-production of knowledge in the context of Arctic research. *Ecology and Society* 27:34.

Yunes Jiménez, L., and P. L. Enríquez (2018). Un recorrido emplumado por la etnoornitología de Chiapas. Pages 164–186 in Elizondo, C., R. M. Méndez, and F. B. Ton, editors. *Etnobiología y Patrimonio Biocultural de Chiapas. Tomo II*. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, Mexico.

Zárate, V., and A. S. Juncosa Polzella (2020). Usurpación de nido de Carpintero del cardón (*Melanerpes cactorum*) por parte de estornino Pinto (*Sturnus vulgaris*). *Nuestras Aves* 65:58–60.

Zhang, L., X. Ma, Z. Chen, C. Wang, Z. Liu, X. Li, and X. Xing (2023). Negative effects of artificial nest boxes on birds: A review. *Avian Research* 14:100–101.

Tabla 1: Las aves que anidan en cavidades del Neotrópico muestran plasticidad intragremial e intraespecífica en la ubicación de sus nidos. La tabla muestra gremios y ejemplos de aves que anidan en cavidades según el uso de cavidades y la capacidad para construir cavidades, incluidos nidos ensamblados con palos u otros materiales.

Gremio	Uso Obligado?	Habilidad de construcción ?	Ejemplo
Productor	Si	Si	<i>Melanerpes cactorum</i> excava en cactus y árboles (Figura 1A y 1B; de la Peña 2020a)
			<i>Trogon surrucura</i> excava en árboles, nidos arbóreos de termitas, o acumulaciones de raíces de plantas epifitas (Figura 1C, de la Peña 2020a, Di Sallo 2022, KLC pers. observ.)
			<i>Myiopsitta monachus</i> ensambla nidos de palitos, utilizado posteriormente por muchas especies adoptadoras de cavidades (Figura 1D; Salvador 2014, López 2022).
Adoptador obligado	Si	No	<i>Ramphastos dicolorus</i> nidifica en cavidades de árboles existentes (excavadas por pájaros carpinteros o no excavadas; Figura 1E; Cockle et al. 2019a, Perella y Vaz Guida 2019)
			<i>Agelaioides badius</i> nidifica en cavidades de árboles existentes, cajas nidos o en nidos ensamblados (ej. nido “horno” de barro de <i>Furnarius rufus</i> ; Figura 1F; Salvador 2014)

Adoptador facultativo	No	No	<i>Coragyps atratus</i> nidifica sobre el suelo, en cavidades de árboles, cavidades excavadas en barrancos (excavadas por <i>Cyanoliseus patagonus</i>), en grietas de acantilados, o en estructuras humanas (Figura 1G; de la Peña 2020a, Santos et al. 2021)
			<i>Pyrrhura griseipectus</i> nidifica en cavidades de árboles, en cavidades de acantilados o en cajas nidos (Figura 1H; Girão et al. 2010, Nunes 2017).

Leyenda de las figuras

Figura 1. Ejemplos de nidos de aves que anidan en cavidades que muestran cambios en los sustratos, origen y material de las estructuras de los nidos. *Melanerpes cactorum* anidando (A) en una cavidad de un cactus columnar (*Trichocereus atacamensis*) en Cafayate, Salta, Argentina (Foto: MGNM), y (B) en una cavidad en un árbol muerto de Algarrobo Blanco (*Neltuma [Prosopis] alba*) en el Parque Nacional Chaco, Chaco, Argentina (Foto: David Franco). (C) *Trogon surrucura* excavando en un nido de termitas arbóreas en el Parque Provincial Cruce Caballero, Misiones, Argentina (Foto: Daniela Zaffignani). (D) Nido de palitos, armado por *Myiopsitta monachus* en un parque urbano, Santiago de Chile (potencialmente utilizado posteriormente por adoptadores de cavidades; Foto: CCL). (E) *Ramphastos dicolorus* anidando en una cavidad no excavada en un árbol de Vasourinha (*Chrysophyllum marginatum*) en una chacra en Tobuna, Misiones, Argentina (Foto: KLC). (F) *Agelaioides badius* adulto y polluelo de *Molothrus bonariensis* parásito de cría en su nido en un nido "horno" de barro armado por *Furnarius rufus* en Buenos Aires, Argentina (Foto: Silvia Vitale). (G) Pichón de *Coragyps atratus* en la base de un árbol en Tobuna, Misiones, Argentina (Foto: KLC). (H) *Pyrrhura griseipectus* anidando en una cavidad de un Coqueiro (*Cocos nucifera*) muerto en Conde, Bahía, Brasil (Foto: JDHB).

Figura 2. El marco de la red de nidos se puede expandir más allá de las cavidades de los árboles para incluir otros tipos de sustratos utilizados con frecuencia por las aves que anidan en cavidades en el Neotrópico. Nuestra red de nidos sensu lato es una red de interacciones teóricas entre las fuentes de los sitios de nidos y sus ocupantes eventuales. Los sitios de nidos (cavidades, nidos ensamblados) son proporcionados por las aves ("productores", formas negras sólidas) y otras fuentes (caja nido, cavidad no excavada; formas blancas con marco gris). Los ocupantes de los sitios de nidificación incluyen (1) los propios productores, que generalmente son usuarios obligados (formas negras; ob), (2) adoptadores obligados (formas blancas con marco punteado; ob), (3) adoptadores facultativos (formas grises; fa), y (4) parásitos de cría (bp). Los enlaces (líneas) reflejan el flujo de los sitios de nidos desde las fuentes (S) de las estructuras de nidos hasta los ocupantes (ob, fa). El color y tipo de línea reflejan la categoría del ocupante de la cavidad: productor: negro sólido, adoptador obligado: gris punteado, adoptador facultativo: gris sólido. Los parásitos de cría (bp) están conectados a sus hospedadores (ob, fa) mediante líneas discontinuas negras. Fuera del círculo, mostramos factores (artrópodos, fuego, humanos, hongos y clima) que pueden facilitar la producción de recursos de anidación (cavidades o nidos ensamblados). Esta red teórica pretende ser un punto de partida y se deriva de las interacciones observadas en sistemas a lo largo del Neotrópico (p. ej., Cockle et al. 2012, 2019a; Ruggera et al. 2016, Altamirano et al. 2017, Delhey 2018, López 2022).