

LOS VULNERABLES: LAS ÁREAS PROTEGIDAS DE ARGENTINA NO PROTEGEN A LOS MARSUPIALES

Gabriel M. Martín^{1,2}, Baltazar González¹, Federico Brook^{1,2}, Sebastián Cirignoli³ & Adrian Monjeau⁴

¹Centro de Investigación Esquel de Montaña y Estepa Patagónica (CIEMEP), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Esquel, Chubut, Argentina. [Correspondencia: Gabriel M. Martín <gmartin_ar@yahoo.com>]

²Laboratorio de Investigaciones en Evolución y Biodiversidad (LIEB), Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, Esquel, Chubut, Argentina.

³Centro de Investigaciones del Bosque Atlántico (CeIBA), Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

⁴Fundación Bariloche & CONICET, Bariloche, Río Negro, Argentina.

RESUMEN. En Argentina habitan 29 especies de marsupiales, pero no existen análisis sobre patrones espaciales de sus distribuciones. Estudiamos su riqueza a partir de registros puntuales (RP), y su conservación en función de las áreas protegidas y la huella humana (HH) usando mapas de distribución (MD). Calculamos el valor de conservación por especie (VCE) considerando aspectos como la singularidad taxonómica, corología y categoría de conservación nacional. A partir de los VCE, obtuvimos valores de conservación por píxel (VCP) en grillas de 0.25° x 0.25°, que superpusimos con áreas protegidas del país para diferentes categorías de manejo y la HH. La mayor riqueza está en el norte y centro de Misiones (9-8 especies RP; 13-11 especies MD); grandes extensiones de Argentina presentaron muy baja riqueza (2-1 especies RP; 4-1 especies MD) y 86.7 % de los píxeles carece de registros puntuales. La mayor y menor riqueza ecorregional se encontró en Selva Paranaense (n= 14), y Esteros del Iberá y Bosques Patagónicos (n= 2), respectivamente. El 93.3 % de la superficie con presencia de marsupiales no cuenta con protección alguna. Los VCP altos tienen un 9.7 % de su superficie protegida. Del total protegido, 26.4 % corresponde a áreas de conservación estricta y el 57.5 % a áreas de recursos manejados. La HH con valores más altos afecta un 35 % de los VCP. Debido a la baja representatividad de los VCP con valores más altos en áreas protegidas, nuestros análisis muestran un panorama poco optimista para la conservación de los marsupiales de Argentina.

ABSTRACT. THE VULNERABLES: ARGENTINA'S PROTECTED AREAS FAIL TO PROTECT MARSUPIALS. Twenty-nine marsupial species are found in Argentina, but their spatial distribution patterns have not been analyzed in detail. We studied their richness based on individual records (IR), and their conservation status in relation to protected areas and human footprint (HF) using distribution maps (DM); we calculated species conservation values (SCV) considering aspects such as their taxonomic singularity, chorology and national conservation category. Using SCV we obtained pixel conservation values (PCV) in grids of 0.25° x 0.25°, which we superimposed with the country's protected areas with different management categories and the HF. The highest richness occurs in northern and central Misiones (9-8 species IR; 13-11 species DM), while large extensions of Argentina had very low richness values (2-1 IR; 4-1 DM) and 86.7 % of the pixels had no records. The highest and lowest ecoregional richness were found in Selva Paranaense (n= 14), and in Esteros del Iberá and Bosques Patagónicos (n= 2), respectively. Ninety-three percent of the surface with marsupial presence had no protection. High PCV have 9.7 % of their surface protected. Of the total protected area, 26.4 % of the PCV were under strict conservation, and 57.5 % were under managed resources. High HF affected 35 % of the PCV. Protected areas had a low representation of high PCV, and our analyses show that the overall picture for the conservation of Argentina's marsupials is not very optimistic.

Palabras clave: Áreas protegidas, huella humana, mapas de distribución, valores de conservación por especie y píxel.

Key words: Distribution maps, human footprint, protected areas, species and pixel conservation values.

Citar como: Martin, G. M., B. González, F. Brook, S. Cirignoli & A. Monjeau. 2022. Los vulnerables: las áreas protegidas de Argentina no protegen a los marsupiales. *Mastozoología Neotropical*, 29(1):e0670. <https://doi.org/10.31687/saremMN.22.29.1.12.e0670>

INTRODUCCIÓN

En la República Argentina están registradas 29 especies de marsupiales pertenecientes a los tres órdenes vivientes conocidos para América: Didelphimorphia, Microbiotheria y Paucituberculata (Flores et al. 2007; Martin 2008; Teta et al. 2018). El orden Microbiotheria incluye una única especie viviente, *Dromiciops gliroides* Thomas, 1894 (Valladares-Gómez et al. 2017; Martin 2018, 2019; Suárez-Villota et al. 2018), pero véase también (D'elía et al. 2016; Quintero-Galvis et al. 2021). El orden Paucituberculata incluye tres géneros y siete especies, solo una de las cuales habita Argentina (*Rhyncholestes raphanurus* Osgood, 1924) (González et al. 2020). El orden Didelphimorphia incluye a 27 especies (una de ellas extinta regionalmente) en 13 géneros, cinco tribus y dos subfamilias (Teta et al. 2018). Los dos géneros con mayor número de especies son *Monodelphis* Burnett, 1830 y *Thylamys* Gray, 1843; el resto de los géneros está representado por una o dos especies (SAyDS y SAREM 2019). El género *Thylamys* tiene su mayor riqueza en Argentina, incluyendo seis de las 10 especies reconocidas (Martin 2008; Teta et al. 2018; SAyDS y SAREM 2019); el género *Monodelphis* incluye cinco de las 24 especies descritas hasta el momento. Además, habitan Argentina las dos especies descritas del género *Lutreolina* Thomas, 1910. Cinco de las especies que habitan Argentina son endémicas (dos de ellas monotípicas), todas incluidas en la tribu Thylamyini: *Chacodelphys formosa* Voss, Gardner & Jansa, 2004; *Lestodelphys halli* (Thomas, 1921); *Thylamys bruchi* (Thomas, 1921); *T. citellus* (Thomas, 1912) y *T. pulchellus* (Cabrera, 1934).

En Sudamérica, Argentina es el segundo país en superficie, pero es el sexto en número de especies de marsupiales, superado por Perú, Colombia, Bolivia y Venezuela, y seguido por 20 países (Martin datos inéditos). Esto se debe, mayormente, a que muchos marsupiales tienen distribuciones tropicales y subtropicales (Goin & Martin en prensa, Willig & Gannon 1997), alcanzando en Argentina los extremos australes de su distribución (Flores et al. 2007).

El Sistema Federal de Áreas Protegidas (SIFAP) contiene 500 áreas, de las cuales 55 son parques nacionales, 3 son áreas marinas protegidas y 442 son de ámbito provincial, municipal, universitario, privado o mixto en cuanto a su respaldo normativo (SIFAP 2021). El SIFAP cubre 36 947 536 hectáreas, lo que representa el 13.29 % de la superficie nacional y el 1.66 % de la superficie continental americana. Este porcentaje no necesariamente garantiza las funciones de conservación necesarias para evitar la extinción local, ya que abarca distintos tipos de manejo, clasificados por la IUCN en seis categorías (<https://www.iucn.org/es/regiones/américa-del-sur/nuestro-trabajo/áreas-protegidas/categorías-de-manejo-de-áreas-protegidas-de-uicn>), incluyendo la protección estricta (categorías I y II) y recursos manejados (categorías III a VI), por lo que la superficie donde las metas de conservación son predominantes es mucho menor (Monjeau 2010). El porcentaje de protección por ecorregión es muy dispar, debido a un proceso de creación originalmente influenciado por un concepto de belleza escénica de sesgo europeísta (predominio de paisajes de tipo “alpino”) y con una modalidad fundacional de manejo imitando al modelo de conservación estricta norteamericano, basado en grandes paisajes destinados al turismo. Como consecuencia de este impulso ideológico fundacional, los bosques patagónicos, con emblemáticos paisajes de montañas y lagos, tienen un 41.94 % de esa ecorregión protegida (Nanni et al. 2020), en desmedro de ambientes tropicales y subtropicales, menos afines a los criterios estéticos del primer mundo, pero mucho más ricos en biodiversidad. Por ejemplo, la Selva Paranaense, nuestra región más rica en especies, tiene el 10.05 % protegido (Nanni et al. 2020), en parte debido al efecto paisajístico de las Cataratas del Iguazú. Otro criterio que predominó en la creación de áreas protegidas fue la de “mojón fronterizo de demarcación territorial”, derivando en la creación de áreas protegidas en zonas de frontera. Siendo estas las fuerzas predominantes que impulsaron las primeras etapas de la creación de áreas protegidas, algunas ecorregiones que presentan una mayor riqueza en biodiversidad son, en general, las que

tienen menor grado de protección legal (e.g., Chaco Seco y Húmedo, con 1.31 % y 4.78 % de su superficie protegida, respectivamente; Nanni et al. 2020). Consecuentemente, estas ecorregiones están sujetas a mayor presión antrópica (i.e., huella humana más alta), fragmentación y cambios en el uso de la tierra por avance de la frontera agropecuaria (Frank et al. en prensa).

No existen, a nuestro entender, estudios sobre los patrones espaciales de distribución de las especies de marsupiales en Argentina o análisis sobre su conservación, teniendo en cuenta su presencia en las diferentes áreas protegidas del país. El objetivo de este trabajo fue analizar la riqueza, distribución y grado de conservación de los marsupiales que habitan la República Argentina en un contexto geográfico, integrando su singularidad taxonómica, corología y estado de conservación (generando un índice espacialmente explícito), y analizando su estado de conservación en función de las áreas protegidas de Argentina y la presión antrópica (i.e., huella humana).

MÉTODOS

Se generaron dos mapas de riqueza, uno usando 1 533 localidades puntuales de registro de marsupiales y otro usando las áreas de distribución generadas para la categorización de mamíferos de la República Argentina (SAyDS y SAREM 2019). Las localidades de registro fueron tomadas de publicaciones (e.g., Brown 2004; Flores 2003; Jayat & Miotti 2005; Flores et al. 2007; Teta & Pardiñas 2007; Teta et al. 2007; Martin 2008, 2010, 2011; Cirignoli et al. 2011; Massoia et al. 2012; Formoso et al. 2015) y de datos inéditos de museos y colecciones nacionales (e.g., Centro de Investigaciones Esquel de Montaña y Estepa Patagónica; Instituto Miguel Lillo; Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"; Museo de La Plata) e internacionales (e.g., American Museum of Natural History; British Museum of Natural History; Field Museum of Natural History; Museo Nacional; National Museum of Natural History Smithsonian Institution). Los registros para cada especie se separaron en aquellos considerados históricos (i.e., previos al año 2000) y actuales (desde el año 2000 hasta el presente), y fueron incorporados en un sistema de información geográfica. La riqueza por localidades a partir de registros puntuales (RP) fue generada con la opción point-to-polygon del programa DIVA-GIS v.7.5 (Hijmans et al. 2001), con un tamaño de píxel de $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ ($625 \text{ km}^2 \pm 60 \text{ km}^2$, con un área máxima de 715 km^2 y un área mínima de 512 km^2). La riqueza por áreas de distribución a partir de mapas de distribución (MD) fue generada mediante el solapamiento de los MD en una grilla de $0.25^\circ \times 0.25^\circ$.

Este trabajo sigue la metodología propuesta por Martin et al. (2021), donde se analizó el estado de conservación de los marsupiales Sudamericanos utilizando un índice espacialmente explícito de conservación llamado pixel conservation value (valor de conservación por píxel o PCV, por sus siglas en inglés), adaptado, en este caso, para la República Argentina. Para la generación de este índice por píxel, se calcularon valores de conservación por especie

(species conservation value, SCV), los que fueron incorporados a los mapas de distribución (ver más abajo). Para la generación de los SCV, las especies fueron categorizadas de acuerdo con su singularidad taxonómica, corología y estado de conservación, teniendo en cuenta la situación de cada especie en Argentina. Se asignaron valores de 5 a 1 para expresar la singularidad taxonómica de cada especie, con el valor más alto ($n=5$) para órdenes monotípicos (e.g., *Rhyncholestes raphanurus*) y el más bajo ($n=1$) para géneros con múltiples especies (e.g., *Thylamys* spp.). Se asignaron valores de 6 a 1 para la distribución de las especies teniendo en cuenta si el mapa de su distribución está restringido a una única ecorregión (e.g., *Caluromys lanatus*), a una única provincia (e.g., *Monodelphis domestica*), a un único dominio (e.g., *C. formosa*), a una única subregión (e.g., *Lutreolina crassicaudata*), a una única región (e.g., *Marmosa constantiae*; véase Voss et al. (2020) sobre la situación taxonómica de esta especie), o si está incluido en más de una región biogeográfica (e.g., *Lestodelphys halli*). El esquema biogeográfico sigue a Burkart et al. (1999) para ecorregiones y Morrone (2014, 2015) para las categorías de provincia a región. Se asignaron valores de 8 a 1 a cada especie, de acuerdo con su estado de conservación según la última recategorización de mamíferos de Argentina (SAyDS y SAREM 2019), que fueron desde Vulnerable hasta Preocupación Menor: Vulnerable (VU) (valor= 8; e.g., *Chironectes minimus*), Datos Insuficientes (DD) (valor= 5; e.g., *Monodelphis scalops*), Casi Amenazada (NT) (valor= 3; e.g., *Philander canus*) y Preocupación Menor (LC) (valor= 1; *Didelphis albiventris*).

Estos datos fueron usados para calcular el valor de conservación por especie (SCV) sumando todas las categorías (i.e., singularidad taxonómica + corología + categoría de conservación nacional), generando valores discontinuos con un rango de 19 a 3 (Tabla 1). El valor de conservación de *Monodelphis unistriata* no fue calculado debido a que la especie se encuentra regionalmente extinta (Teta 2019). Los SCV fueron agregados como dato numérico a los mapas de distribución de cada especie, los que fueron convertidos a ráster con una resolución de $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ y sumados para generar valores de conservación por píxel (PCV), con la misma resolución espacial.

El estado de conservación de los marsupiales de Argentina fue analizado superponiendo los PCV con las áreas protegidas del país, tomadas de la World Database of Protected Areas (WDPA) (UNEP-WCMC & IUCN 2021). Además, calculamos el efecto de la huella humana (HH) sobre la conservación de los marsupiales que habitan Argentina, tomando como referencia a Lizárraga & Monguillot (2018). Usamos prácticas estándar para limpiar y preparar la base de WDPA (Butchart et al. 2015; Runge et al. 2015) usando el paquete 'wdpar' para R (Hanson 2020), excluyendo las áreas marinas del análisis. El mapa de huella humana se cortó para que coincidiera con la extensión de las capas de riqueza y PCV. Posteriormente, se hizo un remuestreo aumentando el tamaño de píxel para hacer coincidir las resoluciones. Para esto, se usó el algoritmo de nearest neighbor para asignar valores a los píxeles. La huella humana de Argentina fue recategorizada como alta (uniendo los valores altos y muy altos), media (uniendo los valores medios altos y bajos) y baja (uniendo los valores bajos y muy bajos), en función de las categorías presentes en Lizárraga & Monguillot (2018).

Para estimar los diferentes escenarios de conservación y presión antrópica, dividimos los PCV en tres categorías: altos (133 a 73), medios (72 a 39) y bajos (menores a

Tabla 1

Valores de conservación por especie (SCV) para marsupiales que habitan Argentina generados sumando la singularidad taxonómica, corología y categoría de conservación. La singularidad taxonómica fue ranqueada de 5 a 1 para orden monotípico (5), subfamilia (4), tribu (3), género (2) y género con más de una especie (1). La corología fue ranqueada de 6 a 1 para la distribución confinada a una única ecorregión (6), provincia (5), dominio (4), subregión (3), región (2) y para especies en más de una región biogeográfica (1). La categoría de conservación fue ranqueada 8 a 1 para especies vulnerables (VU, 8), datos deficientes (DD, 5), casi amenazadas (NT, 3) y preocupación menor (LC, 1). RE: especie regionalmente extinta. La singularidad taxonómica y categoría de conservación fueron tomadas de SayDS y SAREM (2019) y la corología calculada como se detalla en la sección Métodos. Se detalla el SCV para cada especie calculado para Sudamérica por Martin et al. (2021) y la categoría de conservación de la categorización previa (Ojeda et al. 2012). Se indican con un asterisco las especies endémicas de Argentina.

Especie	Singularidad taxonómica	Corología	Categoría de conservación nacional (2019)	Valor de categoría de conservación nacional	SCV	SCV Sudamérica	Categoría de conservación nacional previa (2012)
<i>Caturomys lanatus</i>	4	6	VU	8	18	3	VU
<i>Chacodelphys formosa</i> *	2	4	NT	3	9	8	DD
<i>Chironectes minimus</i>	2	4	VU	8	14	4	NT
<i>Cryptonanus chacoensis</i>	2	2	LC	1	5	3	LC
<i>Didelphis albiventris</i>	1	1	LC	1	3	3	LC
<i>Didelphis aurita</i>	1	4	LC	1	6	5	LC
<i>Graclinianus microtarsus</i>	2	4	VU	8	14	4	VU
<i>Lestodelphys halli</i> *	2	1	LC	1	4	3	NT
<i>Lutreolina crassicaudata</i>	1	3	LC	1	5	3	LC
<i>Lutreolina massaia</i>	1	2	NT	3	6	7	no tratada
<i>Marmosa constantiae</i> ¹	1	2	LC	1	4	3	NT
<i>Marmosa paraguayana</i> ²	1	3	NT	3	7	5	NT
<i>Metachirus nudicaudatus</i> ³	3	3	VU	8	14	5	NT1
<i>Monodelphis dimidiata</i>	1	3	LC	1	5	4	LC
<i>Monodelphis domestica</i>	1	5	NT	3	9	3	NT
<i>Monodelphis iheringi</i>	1	6	DD	5	12	9	VU
<i>Monodelphis kunsii</i>	1	6	DD	5	12	3	VU
<i>Monodelphis scalops</i>	1	6	VU	8	15	5	VU
<i>Monodelphis unistriata</i>	—	—	RE	—	—	16	EN
<i>Philander canus</i>	1	5	NT	3	9	sin datos	LC4
<i>Philander quica</i> ⁴	1	6	VU	8	15	sin datos	LC4
<i>Thylamys bruchi</i> *	1	2	LC	1	4	sin datos	no tratada
<i>Thylamys etellus</i>	1	3	LC	1	5	5	LC
<i>Thylamys pallidior</i>	1	1	LC	1	3	3	LC
<i>Thylamys pulchellus</i> *	1	5	LC	1	7	6	LC
<i>Thylamys sponsorius</i>	1	2	LC	1	4	7	LC
<i>Thylamys venustus</i>	1	2	NT	3	6	11	NT
<i>Dromiciops gliroides</i>	5	6	VU	8	19	9	VU
<i>Ryncholestes raphanurus</i>	5	6	VU	8	19	10	VU

¹ como *Marmosa rappaosa* (véase Voss et al. 2020)² como *Micoureus demerarae*³ como *Metachirus myosuros* (véase Voss et al. 2019)⁴ incluidas en *P. frenatus*

39). Se analizó el solapamiento entre estos píxeles y dos escenarios diferentes, teniendo en cuenta solamente la conservación (WDPA) e incluyendo conservación y huella humana (WDPA y HH, respectivamente). Para el escenario de conservación las áreas protegidas fueron analizadas según su tipo de administración (i.e., si las áreas son de jurisdicción nacional, provincial/municipal o de manejo privado; columna GOV_TYPE en WDPA) y tipo de manejo (i.e., si las áreas tienen conservación estricta o de recursos manejados; columna IUCN_CAT en WDPA). Para el tipo de manejo, las categorías Ia, Ib y II fueron combinadas en el tipo “conservación estricta”, mientras que el resto (categorías III a VI) fueron combinadas en el tipo “recursos manejados”, utilizando la tipología propuesta por Brandon (2002). Para el escenario de conservación y huella humana usamos el mismo criterio de las categorías IUCN para el escenario de conservación, pero diferenciamos entre áreas con alta, media y baja huella humana dentro de cada área protegida (AP).

Todos los análisis se hicieron usando el sistema de coordenadas de áreas equivalentes Mollweide, y las áreas de los PCV se calcularon sumando todos los píxeles de una determinada categoría. La misma aproximación se usó para calcular áreas bajo alta, media y baja huella humana para cada PCV. Para calcular el solapamiento con cada una de las AP, multiplicamos el tamaño de cada píxel por la proporción de este dentro del AP y agregamos los valores. La proporción de cada píxel dentro de un AP fue calculada dividiendo el píxel en 100 subunidades equivalentes y calculando la proporción de estas subunidades dentro de cada AP. Esto nos permitió incluir en el análisis AP con superficies muy pequeñas en relación con el tamaño de píxel.

Todos los análisis de áreas se calcularon con el software R ver. 4.1.1 (R Core Team 2021) y los paquetes ‘sf’ (Pebesma 2018) y ‘terra’ (Hijmans 2021), a través de la interfaz gráfica RStudio ver. 1.4.1717 (RStudio Team 2021).

RESULTADOS

Se registraron 1 533 localidades de marsupiales de Argentina, 689 (45 %) de ellas publicadas en los últimos 20 años y el resto (55 %) correspondiente a registros históricos previos al año 2000 (Tabla 2). La mayor riqueza de especies se concentró en el norte y centro de Misiones (9-8 especies RP; 13-11 especies MD), mientras que en grandes extensiones del territorio se registró una muy baja riqueza (2-1 especies RP; 4-1 especies MD) (Fig. 1). Se generó información para 4 246 píxeles en Argentina que representan 87.45 % de la superficie del país (incluyendo las islas Malvinas, pero sin incluir la superficie de Antártida y otras islas del Atlántico Sur), ya que no se registra presencia de marsupiales en algunas zonas o provincias, como el suroeste de Mendoza, noroeste del Neuquén, sur y oeste de Santa Cruz y la totalidad de Tierra del Fuego (Figs. 1 y 2). De los 4 246 píxeles, el 86.7 % (n = 3 680) no tiene RP para marsupiales (Tabla S1). Un único píxel en el norte de la provincia de Misiones presentó la mayor riqueza a partir de RP con 9 especies, mientras que la gran mayoría de los píxeles con registros estuvieron

representados por 3 a 1 especies (Fig. 1A). Algunos píxeles ubicados en Jujuy, Salta, Tucumán, Formosa, Chaco, Buenos Aires y Misiones presentaron una riqueza de 5 a 4 especies (Fig. 1A). La riqueza generada a partir de los MD (Fig. 1B) mostró un panorama similar, donde la provincia de Misiones presentó la mayor cantidad de especies (13 a 9), mientras zonas del este de Chaco y Formosa, norte de Salta y este de Jujuy, además de algunos píxeles en el centro de Salta y Tucumán, presentaron valores de riqueza intermedios (7 a 6 especies). Al igual que en el análisis generado con registros puntuales, grandes zonas del país presentaron una baja riqueza específica (3 a 1 especie) (Fig. 1B). Del total de píxeles con información (n = 4 246), solo aquellos con valores de riqueza entre 4 y 1 tuvieron porcentajes mayores al 12 % de representación, siendo aquellos entre 13 y 5 especies representados por 296 píxeles (7.1 %).

En cuanto a la representación de RP por ecorregiones, la mayor riqueza específica se encontró en la Selva Paranaense (n = 14), seguida del Chaco Seco (n = 12); la menor riqueza (n = 2) se encontró en Esteros del Iberá y Bosques Patagónicos (Tabla 2). Las ecorregiones con mayor número de RP fueron Estepa Patagónica (n = 283; 18.5 %), seguida de Yungas (n = 275; 17.9 %); las de menor número de RP fueron Esteros del Iberá (n = 5; 0.3 %) y Campos y Malezales (n = 14; 0.9 %). Las especies con mayor cantidad de RP fueron *Thylamys pallidior* (n = 313) y *D. albiventris* (n = 285); la de menor número de RP fue *R. raphanurus* (n = 1) (Tabla 2). Las especies más euritópicas fueron *D. albiventris*, *L. crassicaudata* y *T. pallidior*, registradas en 14, 9 y 9 ecorregiones, respectivamente. Nueve de las 28 especies (32.1 %) fueron registradas en una única ecorregión, cinco de las cuales fueron registradas en la ecorregión Selva Paranaense (*C. lanatus*, *M. scalops*, *M. iheringi*, *D. aurita*, *P. quica*), dos en la ecorregión Bosques Patagónicos (*D. gliroides*, *R. raphanurus*) y dos exclusivamente en Chaco Seco (*M. domestica*) y Yungas (*M. kungsi*) (Tabla 2). Además, ocho especies (28.6 %) fueron registradas en dos ecorregiones únicamente, representando, junto con las registradas en una única ecorregión, más del 60 % de las especies.

Las especies con distribución acotada y representantes exclusivos de un orden o subfamilia tuvieron los valores de conservación por especie (SCV) más altos, mientras que las especies con amplia distribución y de géneros con más de una especie en Argentina tuvieron los valores más bajos (Tabla 1). Los 4 246 píxeles tuvieron valores de conservación por píxel (PCV) entre 133 y 3, representando los píxeles de valores altos (133 a 89) apenas un 1.3 % del total y los de valores bajos (39 a 3) un 98.2 % (Tabla S2). Similar a lo hallado en los análisis de riqueza, la provincia

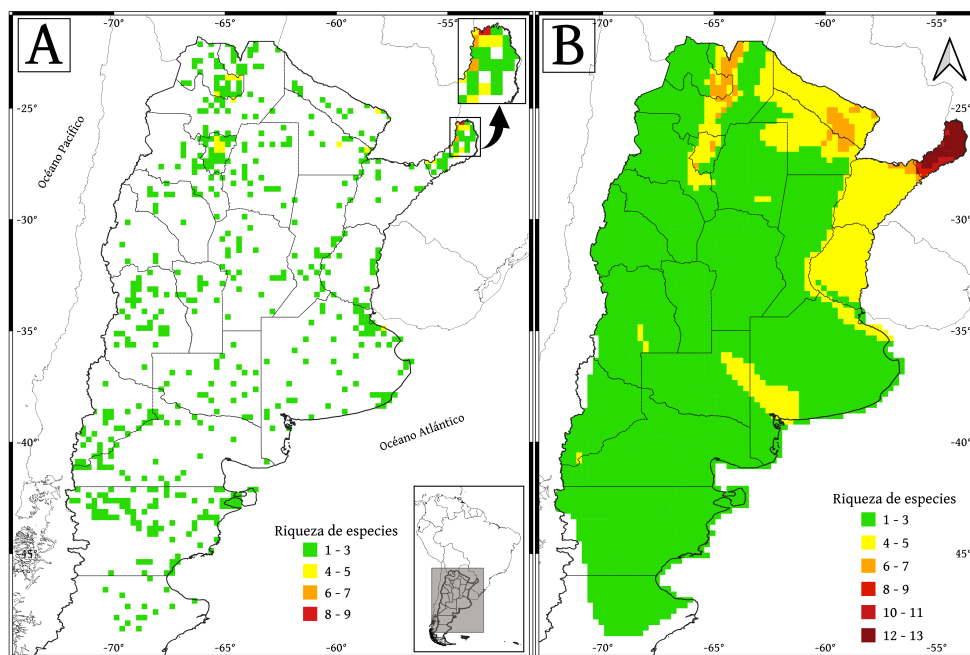


Fig. 1. Riqueza de marsupiales que habitan la República Argentina, basada en (A) registros puntuales y (B) mapas de distribución.

de Misiones estuvo representada por los valores más altos, pero este análisis también mostró otras tres zonas del país con valores altos y medios ($n > 39$): (1) una amplia zona al este de Formosa y el noreste del Chaco en el noreste de la ecorregión Chaco Húmedo; (2) algunos píxeles en el este de la ecorregión Yungas y su transición con Chaco Seco en el norte de Salta, este de Jujuy y norte de Tucumán; y (3) en el oeste de las provincias de Neuquén y Río Negro, donde habitan los tres órdenes de marsupiales americanos (Fig. 2).

El análisis de conservación utilizando los PCV muestra que el 93.3 % (3 961.52 píxeles) de la superficie estudiada no cuenta con protección alguna, mientras que los valores de protección por categoría dan valores sin protección del 90.3 %, 99.6 % y 93.3 % para PCV altos, medios y bajos, respectivamente. Los PCV con valores más altos tienen un 9.7 % protegido, los de valores medios apenas un 0.4 % y los de valores bajos un 6.7 % (Tabla 3). De los PCV con valores más altos, solo el 2.4 % está protegido por el sistema nacional (e.g., Parques Nacionales) y un 6 % por el sistema provincial y municipal (Tabla 3). Del total protegido por los distintos tipos de gobierno (e.g., nacional, provincial y municipal), más del 88 % corresponde

a los PCV con valores bajos (97.7 % nacional, 98.6 % provincial o municipal, 89 % privado). Con respecto a la conservación por categorías de manejo para PCV altos, medios y bajos, el área protegida corresponde al 9.7 %, 0.4 % y 8 %, respectivamente (Tabla 3). Del total protegido, las áreas de conservación estricta solamente protegen el 26.4 % de los PCV, mientras que el 57.5 % está conservado en áreas de recursos manejados (no estrictos) (Tabla 3). Las áreas de conservación estricta solo conservan el 3.9 % de la superficie de PCVs con valores altos, pero representan el 96.1 % de la superficie de PCVs con valores bajos (los PCV medios no tienen casi representación en las áreas protegidas de conservación estricta o de recursos manejados).

En cuanto al impacto de las actividades antrópicas medidas por la huella humana (HH) sobre el total de PCV, la HH alta afecta un 35 % de los PCV, la HH media afecta 13.8 % de los PCV y la HH baja un 51.5 % de los PCV (Tabla 4). De los PCV con valores altos, el 55.1 % tiene un alto impacto de HH; los PCV con valores medios tienen un 64.6 % de alto impacto, mientras que los PCV con valores bajos tienen un gran porcentaje con HH baja (52 %) (Tabla 4).

Tabla 2

Riqueza y cantidad de registros puntuales por ecorregión (Burkart et al. 1999) de especies de marsupiales que habitan Argentina. El esquema de Dominio, Subregión y Región sigue a Morrone (2014, 2015). Se indican con un asterisco las especies endémicas de Argentina. En la columna "Total de registros por especie" se detalla, entre parentesis, el número de registros posteriores al año 2000. Se indican con un asterisco las especies endémicas de Argentina.

Ecorregión	Yungas	Campos y Malezales	Chaco Húmedo	Chaco Seco	Delta e Islas del Paraná	Espinal	Esteros del Iberá	Pampa	Selva Paranaense	Altos Andes	Monte de Llanuras y Mesetas	Monte de Sierras y Bolsones	Puna	Estepa Patagónica	Bosques Patagónicos	Total de registros por especie
<i>Caluromys lanatus</i>	14			4	1				15							15 (4)
<i>Marmosa constantiae</i>																19 (9)
<i>Marmosa paraguayana</i>	4			7	1	2		15								18 (5)
<i>Monodelphis dimidiata</i>	1			6				50	3							64 (57)
<i>Monodelphis domestica</i>																6 (2)
<i>Monodelphis kunsii</i>	6															6 (6)
<i>Monodelphis scalops</i>									13							13 (10)
<i>Monodelphis iheringi</i>									10							10 (2)
<i>Chironectes minimus</i>	1								17							18 (2)
<i>Didelphis albiventris</i>	55	3	15	51	11	12	1	49	14	1	56	11	2	4		285 (52)
<i>Didelphis aurita</i>									19							19 (8)
<i>Lutreolina crassicaudata</i>	2	20	20	3	27	9	4	69	1	1	1	2				136 (12)
<i>Lutreolina massoia</i>	14			9						1						26 (11)
<i>Philander canus</i>			10		4											14 (3)
<i>Philander quica</i>									10							10 (2)
<i>Metachirus nudicaudatus</i>			1						6							7 (4)
<i>Chacodelphys formosa*</i>	1	5														6 (5)
<i>Cryptonanus chacoensis</i>	5	2	2	3	15			5	1							31 (18)
<i>Gracilinanus microtarsus</i>	1								6							7 (3)
<i>Lestodelphys halli*</i>										1	14	1	181			197 (181)
<i>Thylamys bruchi*</i>				7							9					16 (9)
<i>Thylamys citellus</i>	1				5	3		2	1							12 (4)
<i>Thylamys pallidior</i>	6			39		16		7		17	92	24	14	98		313 (145)
<i>Thylamys pulchellus*</i>	1	4		35												40 (12)
<i>Thylamys venustus</i>	76			12												88 (39)
<i>Thylamys sponsorius</i>	98			21						1	4	4	1			125 (65)
<i>Dromiciops gliroides</i>															33	33 (19)
<i>Rhyncholestes raphanurus</i>															1	1 (0)
Total de registros por ecorregión (%)	275 (17.9)	14 (0.9)	57 (3.7)	195 (12.7)	64 (4.2)	42 (2.7)	5 (0.3)	182 (11.9)	130 (8.5)	21 (1.4)	172 (11.2)	42 (2.7)	17 (1.1)	283 (18.5)	34 (2.2)	1533 (689)
Riqueza por ecorregión (%)	9 (9.7)	8 (8.6)	7 (7.5)	12 (12.9)	7 (7.5)	5 (5.4)	2 (2.2)	6 (6.5)	14 (15.1)	5 (5.4)	5 (5.4)	5 (5.4)	3 (3.2)	3 (3.2)	2 (2.2)	

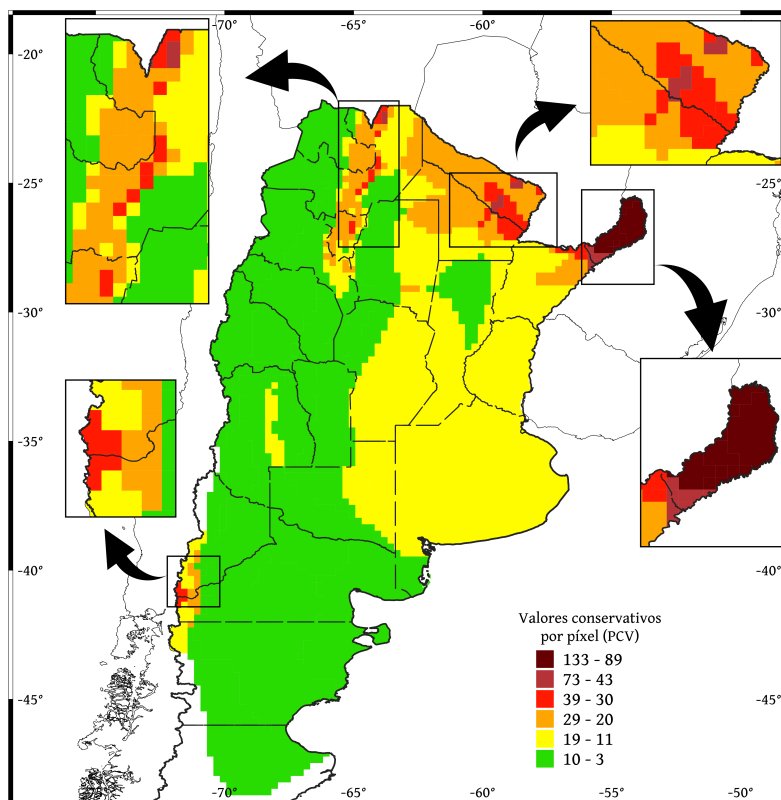


Fig. 2. Valores de conservación por píxel (PCV) para marsupiales que habitan la República Argentina, basada en los valores de conservación por especie (SCV). Las zonas con PCV altos (133-89) y medios (73 a 29) se muestran ampliadas. No se registraron valores de PCV entre 89 y 73, entre 43 y 39, o menores a 3.

Las áreas protegidas de Argentina tienen un bajo impacto de huella humana, especialmente sobre valores de PCV bajos, que representan entre un 77.6% y un 82.3% teniendo en cuenta el tipo de administración y su categoría de manejo, respectivamente (Tabla 5). Valores altos de huella humana impactan en menos del 5% de la superficie de las áreas protegidas (4.2% y 3.1% en función del tipo de manejo y tipo de administración, respectivamente) y, en su mayoría, sobre valores bajos de PCV (Tabla 5).

DISCUSIÓN

La riqueza de marsupiales americanos está concentrada, mayormente, en ambientes tropicales y subtropicales incluidos en los biomas “Bosque Tropical y Subtropical de Hoja Ancha” y “Praderas, Sabanas y Matorrales Tropicales y Subtropicales” (Goin & Martin en prensa, Martin et al. 2021). En Argentina, estos biomas se encuentran al norte del paralelo 35° sur e incluyen las ecorregiones Selva Paranaense,

Yungas, Chaco Húmedo y Chaco Seco (sensu Burkart et al. 1999), todas consideradas como de alto valor de conservación para la República Argentina (Bertonatti & Corcuera 2000). En este estudio analizamos la riqueza de especies teniendo en cuenta los registros puntuales (RP) y mapas de distribución (MD), que, si bien mostraron patrones similares, están generados con diferentes niveles de incertidumbre. La riqueza generada con RP muestra grandes zonas de Argentina sin registros de marsupiales, evidenciando el limitado conocimiento que tenemos sobre estos mamíferos que, al ser analizados por ecorregión y especie, se relacionan con los grupos de investigación que trabajaron en diferentes zonas del país (e.g., Osvaldo Reig en el sur de Buenos Aires, Elio Massoia y Abel Fornes en el centro y este de Argentina, por mencionar solo algunos). Los RP tienen un bajo nivel de incertidumbre si los comparamos con MD, ya que representan materiales depositados en colecciones cuya identidad taxonómica puede ser verificada o

Tabla 3

Área total (en km²) conservada para valores de conservación por píxel (PCV) altos, medios y bajos, de acuerdo al tipo de administración y categoría de manejo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Se detalla, además, el área total protegida por tipo de administración y categoría de manejo. Entre paréntesis se detalla el porcentaje del área en función de la categoría (e.g., nacional, provincial o municipal; Ia, Ib, II), seguido del porcentaje en función del total por categoría de PCV.

Tipo de gobierno	PCV altos [133 a 89]	PCV medios [73 a 43]	PCV bajos [39 a 3]	Total protegido por tipo de administración
Nacional	673.6 (2.4; 2.3)	0 (0; 0)	28 241.7 (1.1; 97.7)	28 915.3 (1.1)
Provincial/municipal	1 644.2 (6; 1.3)	44.3 (0.4; 0)	120 313.3 (4.7; 98.6)	122 001.7 (4.7)
Privado	178.8 (0.7; 10.9)	0.5 (0; 0)	1 455.9 (0.1; 89)	1 635.2 (0.1)
No reportado	174.8 (0.6; 0.8)	0 (0; 0)	20 454 (0.8; 99.2)	20 628.7 (0.8)
Área protegida	2 671.3 (9.7; 1.5)	44.8 (0.4; 0)	170 464.8 (6.7; 98.5)	173 180.9 (6.7)
Área no protegida	24 950.6 (90.3)	11 878.6 (99.6)	2 364 070.7 (93.3)	2 400 899.9 (93.3)
Categoría IUCN	PCV altos [133 a 89]	PCV medios [73 a 43]	PCV bajos [39 a 3]	Total protegido por categoría de manejo
Ia, Ib, II	2 121 (7.7; 3.9)	11.4 (0.1; 0)	52 218.1 (2.1; 96.1)	54 350.6 (2.1)
III, IV, V, VI	469.1 (1.7; 0.4)	33.3 (0.3; 0)	117 977.6 (4.7; 99.6)	118 480.1 (4.6)
No reportado	81.1 (0.3; 0.2)	0 (0; 0)	33 173.4 (1.3; 99.8)	33 254.5 (1.3)
Área protegida	2 671.2 (9.7; 1.3)	44.7 (0.4; 0)	203 369.1 (8; 98.7)	206 085.1 (8)
Área no protegida	24 950.6 (90.3; 1.1)	11 878.6 (99.6; 0.5)	2 331 166.4 (92; 98.4)	2 367 995.7 (92)
Área total	27 621.9 (1.1)	11 923.4 (0.5)	2 534 535.6 (98.5)	2 574 080.8

Tabla 4

Impacto de la huella humana medida en función de la cantidad de píxeles afectados por cada categoría, teniendo en cuenta el valor de conservación por píxel (PCV). Entre paréntesis se detalla el porcentaje de superficie de los diferentes valores de huella humana con respecto al área total de cada categoría de PCV (filas), y el porcentaje de superficie según los totales de huella humana para cada categoría (columnas). La diferencia entre el total de píxeles huella humana y PCV para marsupiales es debida a que los segundos no abarcan toda la superficie del país (hay zonas al sur del paralelo 48° sur que no tienen registros de marsupiales vivientes).

PCV	Huella humana			Total por categoría de PCV	Área total (km ²)
	Alta	Media	Baja		
Alto [133 a 89]	15 228.6 (55.1; 1.7)	4 809.3 (17.4; 1.4)	4 830.8 (17.5; 0.4)	24 868.7	2 7621.9
Medio [73 a 43]	7 699.8 (64.6; 0.9)	2 812.9 (23.6; 0.8)	1 411.6 (11.8; 0.1)	11 924.3	11 923.4
Bajo [39 a 3]	879 040.8 (34.7; 97.5)	347 709.3 (13.7; 97.9)	1 318 865.3 (52; 99.5)	2 545 615.4	2 534 535.6
Total huella humana	901 969.2 (35)	355 331.5 (13.8)	1 325 107.7 (51.5)		2 574 080.8

corroborada. La riqueza generada con MD muestra valores ligeramente superiores a los de RP, quizás más representativos de la distribución de las especies y permitiendo un análisis a nivel país imposible de realizar con las localidades puntuales. Aun así, los MD son aproximaciones generadas a partir de localidades de registro, pero con un nivel mayor de incertidumbre, que permiten realizar análisis espaciales a escalas mayores. En cuanto a la riqueza ecorregional, los valores más altos en la Selva Paranaense

corresponden a la presencia en esa ecorregión de varias especies únicas para Argentina (e.g., *C. lanatus*, *D. aurita*, *M. nudicaudatus*, *M. iheringi*, *M. scalops*), junto con otras de distribución más amplia (e.g., *D. albiventris*, *M. dimidiata*). Si bien esta riqueza era esperable para esta ecorregión, resultó llamativo que el Chaco Seco fuera la segunda ecorregión con mayor riqueza, debido, probablemente, al registro de especies en el ecotono con las Yungas, una ecorregión con un importante número de especies endémicas para

Tabla 5

Área total (km²) de píxeles por categoría de huella humana (alta, media, baja), teniendo en cuenta el valor conservativo por píxel (PCV), el tipo de administración y categoría de conservación de áreas protegidas, de acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Huella humana (HH)	PCV	Tipo de administración	Área (%)	Categoría IUCN	Área (%)	
Alta	Alto [133 a 89]	Nacional	153.77	Ia, Ib y II	250.53	
		Provincial/Municipal	170.11	III a VI	90.76	
		Privado	16.66	No aplicable	1.08	
		No reportada	71.06	No reportada	70.31	
	Medio [73 a 43]	Nacional	0	Ia, Ib y II	0	
		Provincial/Municipal	0	III a VI	0	
		Privado	0	No aplicable	0	
		No reportada	0	No reportada	0	
	Bajo [39 a 3]	Nacional	939.26	Ia, Ib y II	1 002.6	
		Provincial/Municipal	5 039.89	III a VI	4 926.49	
		Privado	21.17	No aplicable	0	
		No reportada	73.74	No reportada	2 372.42	
			Total HH alta	6 485.7 (3.1)	Total HH alta	8 714.2 (4.2)
	Media	Alto [133 a 89]	Nacional	182.91	Ia, Ib y II	799.77
Provincial/Municipal			713.7	III a VI	289.89	
Privado			111.05	No aplicable	2.26	
No reportada			92.85	No reportada	10.79	
Medio [73 a 43]		Nacional	0	Ia, Ib y II	11.42	
		Provincial/Municipal	44.25	III a VI	33.33	
		Privado	0.5	No aplicable	0	
		No reportada	0	No reportada	0	
Bajo [39 a 3]		Nacional	6 126.87	Ia, Ib y II	7 709.28	
		Provincial/Municipal	20 437.41	III a VI	21 064.8	
		Privado	43.58	No aplicable	69.39	
		No reportada	2 262.53	No reportada	7 587.05	
			Total HH media	30 015.7 (14.6)	Total HH media	37 578 (18.2)
Baja		Alto [133 a 89]	Nacional	336.87	Ia, Ib y II	1 070.74
	Provincial/Municipal		760.36	III a VI	88.45	
	Privado		51.11	No aplicable	1.75	
	No reportada		2 299.19	No reportada	0	
	Medio [73 a 43]	Nacional	0	Ia, Ib y II	0	
		Provincial/Municipal	0	III a VI	0	
		Privado	0	No aplicable	0	
		No reportada	7 560.1	No reportada	0	
	Bajo [39 a 3]	Nacional	21 175.61	Ia, Ib y II	44 308.08	
		Provincial/Municipal	94 835.89	III a VI	91 184.43	
		Privado	1 391.16	No aplicable	98.79	
		No reportada	41 346.7	No reportada	23 213.89	
			Total HH baja	169 757 (82.3)	Total HH baja	159 966.1 (77.6)
			Superficie total	206 258.4	Superficie total	206 258.4

Argentina (e.g., *M. kunsii*, *L. massoia*, *T. sponsorius*, *T. venustus*). La menor riqueza específica se encontró en Esteros del Iberá y Bosques Patagónicos, mostrando dos patrones contrastantes en cuanto a riqueza y número de registros. Por un lado, Bosques Patagónicos cuenta con 34 registros para dos especies (33 de *D. gliroides* y 1 de *R. raphanurus*) que son exclusivas de esta ecorregión y tienen una larga historia evolutiva asociada a estos ambientes (Martin 2010, 2011; Goin et al. 2016). Por el otro, Esteros del Iberá cuenta con apenas cinco RP, pero condiciones ambientales para una riqueza mucho mayor, sustentada en los MD para varias especies que aún no fueron registradas

puntualmente. Llamativamente, ninguna de las especies endémicas de Argentina está restringida a una única ecorregión. La superficie protegida de las tres ecorregiones con mayor riqueza de marsupiales en Argentina es del 10 %, siendo el Chaco Húmedo la ecorregión con menor superficie protegida (1.31 %) (Nanni et al. 2020). Además, más del 50 % y casi el 20 % de la superficie de las ecorregiones Paranaense y Yungas, respectivamente, se encuentra modificado o transformado, principalmente por una combinación de actividades forestales (e.g., monocultivos de pino y eucalipto, extracción de madera de especies nativas), ganaderas y la modificación de amplias zonas para

cultivos (e.g., tabaco, yerba mate, caña de azúcar) (Morello et al. 2018; Nanni et al. 2020).

En cuanto a su distribución, los marsupiales Didelphimorphia que habitan Argentina pueden dividirse en dos grandes grupos, aparte de una especie claramente asociada al hombre (*D. albiventris*) y las dos especies que habitan los Bosques Patagónicos (*D. gliroides* y *R. raphanurus*): uno de ellos incluye especies de amplia distribución en ambientes tropicales y subtropicales de América, con una estructura espacial multiestratificada y restringidos a los ambientes del norte de Argentina (e.g., *C. lanatus*, *M. paraguayana*, *G. microtarsus*), y otro grupo que incluye especies de ambientes más abiertos o con una estructura espacial menos compleja (e.g., *L. crassicaudata*, *L. halli*, *T. bruchi*).

El estado de conservación de los marsupiales que habitan Argentina está relacionado con la distribución marginal de muchos taxones que se encuentran ampliamente distribuidos en América, pero que en Argentina solo están presentes en el noroeste y noreste, en las ecorregiones Yungas y Selva Paranaense. Las diferencias más marcadas en las categorías de conservación se dan en especies cuyo estatus global es LC, pero que en Argentina, debido principalmente a su distribución acotada, tienen una categoría VU (e.g., *C. lanatus*, *C. minimus*, *G. microtarsus*, *M. nudicaudatus*). Además, casi un 50 % de las especies de marsupiales que habitan Argentina están en las categorías VU y NT, con valores muy por encima de estas categorías para los marsupiales de Sudamérica (9 % y 7 %, respectivamente) o el total de marsupiales americanos. Estas diferencias en su categoría de conservación ponen en contexto el carácter restringido de su distribución y su importancia dentro de la mastofauna Argentina. Comparando los últimos resultados (SAyDS y SAREM 2019) con la anterior categorización de mamíferos de Argentina (Ojeda et al. 2012), 17 especies de marsupiales mantuvieron su categoría, mientras que 7 están en categorías de mayor peligro y 3 en categorías de menor peligro (Tabla 1). Dos especies no fueron evaluadas anteriormente (*L. massoia*, Flores & Martin (2019), *T. bruchi*, Albanese & Martin (2019)), tres fueron sinonimizadas con especies evaluadas (*M. sorex* en *M. dimidiata* (Cirignoli 2019), *T. fenestrate* en *T. pallidior* (Albanese & Martin 2019), *T. cinderella* en *T. sponsorius* (Martin 2019a), y tres especies cambiaron su estatus taxonómico (*Micoureus demerarae* a *Marmosa paraguayana*, *Micoureus* es considerado un subgénero válido de *Marmosa*, Voss et al. (2014)); las especies de *Philander* que habitan Argentina serían, de acuerdo con Voss et al. (2018), *P. canus* y *P. quica*. Entre las especies cuya categoría de peligro se incrementó se incluye *M. unistriata*, que pasó de en peligro (EN) a regio-

nalmente extinta (RE) (Teta 2019). Esta especie no cuenta con registros actuales y se conoce únicamente a partir de 2 especímenes; el tipo, que se encuentra depositado en el Naturhistorisches Museum Wien (Viena), y otro espécimen recientemente descrito del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (Buenos Aires) (Pine et al. 2013). El aumento en el número de localidades para dos especies (*C. formosa*, *L. halli*) y un inferido efecto rescate para una especie (*M. constantiae*), significó una mejora en el estado de conservación de estas especies pasando a categorías de menor peligro (Martin 2019b,c,d). Es importante destacar que estos cambios son considerados no genuinos de acuerdo con los criterios de la UICN (2012), que incluye taxones que cambian de categoría como resultado de información nueva o cambios taxonómicos, generando una interpretación diferente o cambios en la categoría de conservación anterior de la especie.

Los valores de conservación por especie (SCV) también fueron representativos de la singularidad de los taxones, su distribución y conservación en Argentina, con valores muy diferentes para algunas especies; especialmente si los comparamos con los obtenidos en un estudio de escala continental (Tabla 1, Martin et al. 2021). La adaptación de SCV y su resultante en los valores de conservación por píxel (PCV), demostraron la versatilidad de este índice que puede aplicarse a diferentes escalas espaciales, representando, con mayor precisión cuando es necesario, escenarios de conservación regionales y locales. Estos valores están relacionados, principalmente, con la distribución acotada de la gran mayoría de los taxones estudiados en el norte de Argentina, coincidente con las ecorregiones Selva Paranaense, Yungas y Chaco Húmedo.

El análisis de conservación utilizando los PCV muestra que la gran mayoría de la superficie estudiada no cuenta con protección alguna, mientras que los valores de protección por categoría tienen valores menores al 10 %. Estos datos evidencian una pobre representación en áreas protegidas de los PCV (especialmente de aquellos con valores altos y medios) y, en consecuencia, bajos niveles de protección para los marsupiales (además de otros organismos que tienen su distribución incluida en áreas protegidas).

El efecto de la actividad antrópica sobre los PCV, medidos en categorías de huella humana, muestra un impacto bajo sobre el total (51.5 %), seguido de un alto impacto (35 %) sobre una gran superficie y donde los valores medios representan un 13.8 % de la superficie de Argentina. Los PCV altos y medios tienen más de la mitad de su superficie con un alto impacto antrópico, aunque su proporción sobre la superficie total es baja. Los PCV bajos, al ser los más extensos

en cuanto a superficie, son los más impactados por diferentes efectos antrópicos. La pérdida de hábitat, por modificación de su estructura o el reemplazo de especies nativas por exóticas representa, en la mayoría de los casos, la principal causa de disminución en los ambientes naturales propicios para los marsupiales que habitan Argentina. Similares resultados se describen en trabajos que analizaron, en los últimos 25 años, el estado de conservación de mamíferos de Argentina (e.g., Reca et al. 1996; Ojeda et al. 2012), identificando los cambios antropogénicos en diferentes ecorregiones de Argentina (Morello et al. 2018; Nanni et al. 2020), como las amenazas más importantes para la conservación de las especies.

Al analizar de manera combinada los PCV, el impacto antrópico y las áreas protegidas, tanto en su tipo de administración como su categoría IUCN, se observó que la mayor superficie de las áreas protegidas tiene un bajo impacto, mientras que PCV con huella humana de valores medios y bajos cubren menos del 20 % de la superficie total protegida. Teniendo en cuenta estos valores, las áreas protegidas de Argentina estarían más impactadas en valores de PCV bajos, implicando mejores condiciones para la conservación de los marsupiales que habitan Argentina. Aun así, dado que las áreas protegidas cubren apenas un 9.7 % de los PCV con valores altos, el panorama general para la conservación de los marsupiales de Argentina es poco optimista.

La situación de conservación de los marsupiales de Argentina puede interpretarse desde varios enfoques, incluyendo el sesgo cultural que ha motivado la creación de áreas protegidas desde una perspectiva que conserva lo pintoresco (i.e., accidentes geográficos en desmedro de planicies o matrices de paisaje homogéneas) con total independencia de su valor de conservación (Barthes 2008). El mismo sesgo cultural hace que los marsupiales, debido a su aspecto general y su asociación con actividades que ocasionan daño, lleven las de perder en las preferencias financieras que mueven los proyectos de conservación, donde predomina una ideología que determina lo bello y lo feo, lo bueno y lo malo, lo que debe prevalecer y lo que no (Monjeau 2009). Una hoja de ruta para fortalecer la conservación de marsupiales de Argentina tomaría un rumbo equivocado (o por lo menos libraría una batalla inútil) si reducimos las herramientas disponibles a la posibilidad de evitar la extinción expandiendo áreas protegidas de conservación estricta, lo que es, en términos de consenso político, cada vez más dificultoso (Monjeau 2010). Proponemos pensar la estrategia desde otro contexto: 1) las áreas protegidas son necesarias, pero no suficientes para evitar la extinción; 2) las áreas para conservación de marsupiales deben coincidir espa-

cialmente con otros beneficios que funcionen como efecto paraguas (por ejemplo, alta alfa biodiversidad, secuestro de carbono, protección de cabeceras de cuencas); 3) vincular la conservación de marsupiales con nichos funcionales, resaltando endemismos; y 4) en paralelo a lo anterior, hace falta una fuerte inversión para la intervención tecnológica para ayudar a estas especies a recuperar sus poblaciones (cuya biología es, para la mayoría de las especies, desconocida o pobremente conocida). Por ejemplo, la cría en cautiverio, la asistencia alimentaria, sanitaria y reproductiva y el posterior repoblamiento por la vía de la reafanación (refaunation) son de fundamental importancia para evitar la extinción, sobre todo porque está demostrado que la recuperación de la vegetación de un sitio con posterioridad a la creación de un área protegida no se vincula a la recuperación de su stock faunístico original, el cual debe reponerse a partir de una fuerte intervención de tecnología (Fernandez et al. 2017). Además de esto, se podrían implementar programas educativos sobre las especies de marsupiales que habitan Argentina, donde se instruya sobre las especies nativas, su ecología y conservación.

Futuros estudios deberían incrementar el número de RP para los marsupiales de Argentina, probablemente dentro de los rangos de distribución conocidos para las especies (e.g., donde existen registros históricos pero la especie no ha sido registrada en los últimos 20 años), o extendiendo en algunos casos su distribución. Este trabajo muestra algunas de las zonas o ecorregiones donde podrían implementarse programas de investigación, que permitan mejorar nuestro conocimiento sobre la distribución de los marsupiales (y otros mamíferos) que habitan Argentina. Además, la implementación de diferentes estrategias combinadas como las que se detallan en este estudio debería tener un efecto positivo para la conservación de las especies más amenazadas y aquellas de alto valor conservativo en nuestro país.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos, quienes facilitaron los mapas de distribución para las especies, generados en la categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. A Pablo Teta y un revisor anónimo por sus aportes, que contribuyeron a mejorar el manuscrito. G. Martín agradece a E. Watkins y M. Simeon por el apoyo económico. A. Monjeau agradece a la Fundación Bariloche por su ambiente de trabajo creativo y cordial.

LITERATURA CITADA

ALBANESE, M. S., & G. M. MARTIN. 2019. *Thylamys pallidior*. Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su

- riesgo de extinción (SAyDS-SAREM, eds.). Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: <http://cma.sarem.org.ar>
- BARTHES, R. 2008. Mitologías. Siglo XXI Editores, Buenos Aires.
- BERTONATTI, C., & J. CORCUERA. 2000. Situación Ambiental Argentina 2000. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- BRANDON, K. 2002. Putting the right parks in the right places. Making Parks Work (J. Terborgh, C. van Schaik, L. Davenport & M. Rao, eds.). Island Press.
- BROWN, B. 2004. Atlas of New World Marsupials. Fieldiana Zoology (New Series) 102:1–308.
- BURKART, R., N. O. BÁRBARO, R. O. SÁNCHEZ, & D. A. GÓMEZ. 1999. Eco-regiones de la Argentina. Administración de Parques Nacionales.
- BUTCHART, S. H. M. ET AL. 2015. Shortfalls and solutions for meeting national and global conservation area targets. Conservation Letters 8:329–337.
- CIRIGNOLI, S. 2019. *Monodelphis dimidiata*. Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción (SAyDS-SAREM, eds.). Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: <http://cma.sarem.org.ar>
- CIRIGNOLI, S., C. A. GALLIARI, U. F. J. PARDIÑAS, D. H. PODESTÁ, & R. ABRAMSON. 2011. Mamíferos de la reserva Valle del Cuña Pirú, Misiones, Argentina. Mastozoología Neotropical 18:25–43.
- D'ELIA, G., N. HURTADO, & A. D'ANATRO. 2016. Alpha taxonomy of *Dromiciops* (Microbiotheriidae) with the description of 2 new species of monito del monte. Journal of Mammalogy 97:1136–1152. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyw068>
- FERNANDEZ, F. A. S. ET AL. 2017. Rewilding the Atlantic Forest: Restoring the fauna and ecological interactions of a protected area. Perspectives in Ecology and Conservation 15:308–314. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2017.09.004>
- FLORES, D. A. 2003. Estudio sistemático y zoogeográfico de los marsupiales argentinos (Mammalia: Marsupialia). Tesis doctoral inédita. Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán.
- FLORES, D. A., M. M. DÍAZ, & R. M. BARQUEZ. 2007. Systematics and Distribution of Marsupials in Argentina: a review. The Quintessential Naturalist. Honoring the life and legacy of Oliver P. Pearson (D. A. Kelt, E. P. Lessa, J. Salazar-Bravo & J. L. Patton, eds.). University of California Publications in Zoology, 134. <https://doi.org/10.1525/california/9780520098596.003.0001>
- FLORES, D., & G. M. MARTIN. 2019. *Lutreolina massoia*. Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción (SAyDS-SAREM, eds.). Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: <http://cma.sarem.org.ar>. <https://doi.org/10.31687/saremlr.19.018>
- FORMOSO, A. E., G. M. MARTIN, P. TETA, A. E. CARBAJO, D. E. UDRIZAR SAUTHIER, & U. F. J. PARDIÑAS. 2015. Regional Extinctions and Quaternary Shifts in the Geographic Range of *Lestodelphys halli*, the Southernmost Living Marsupial: Clues for Its Conservation. PLoS ONE 10:e0132130.
- GOIN, F. J., & G. M. MARTIN. en prensa. Cenozoic South American Metatherians (mammalia, Theria) As Indicators Of Climate-environmental Changes. Non-conventional Vertebrate Species In Environmental Risk Assessment Strategies. Vol. Non-conventional mammal species – Marsupials (Metatheria). (M. L. Larramendy & G. Liwzyc, eds). Royal Society of Chemistry, Cambridge, enprensa. <https://doi.org/10.1039/9781839163470-00009>
- GOIN, F. J., M. O. WOORDBURNE, A. N. ZIMICZ, G. M. MARTIN, & L. CHORNOGUBSKY. 2016. A Brief History of South American Metatherians. Evolutionary Contexts and Intercontinental Dispersals. Springer Earth System Sciences, Springer Dordrecht Heidelberg New York Londres. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-7420-8>
- GONZÁLEZ, B., F. BROOK, & G. M. MARTIN. 2020. Variability and variation in *Rhyncholestes raphanurus* Osgood (Paucituberculata, Caenolestidae). Revista Chilena de Historia Natural 93:1. <https://doi.org/10.1186/s40693-020-00089-6>
- HANSON, J. O. 2020. wdpwr: Interface to the World Database on Protected Areas. R Package Version 1.0.3. <https://CRAN.R-project.org/package=wdpwr>.
- HIJMANS, R. J. 2021. Terra: Spatial Data Analysis. R packageversion 1.3-22. <https://CRAN.R-project.org/package=terra>.
- HIJMANS, R. J., L. GUARINO, M. CRUZ, & E. ROJAS. 2001. Computer tools for spatial analysis of plant genetic resources data. 1. DIVA-GIS. Plant Genetic Resources Newsletter 127:15–19.
- JAYAT, J. P., & M. D. MIOTTI. 2005. Primer registro de *Monodelphiskunsi* (Didelphimorphia, Didelphidae) para Argentina. Mastozoología Neotropical 12:253–256.
- LIZÁRRAGA, L., & J. MONGUILLOT. 2018. Huella humana en Argentina. Dirección Regional Noroeste, Administración de Parques Nacionales. Salta, Argentina. http://geoportal.idesa.gob.ar/layers/geonode%3Aah_humana.v01
- MARTIN, G. M. 2008. Sistemática, distribución y adaptaciones de los marsupiales patagónicos. Tesis doctoral inédita, Universidad Nacional de La Plata. <https://doi.org/10.35537/10915/4402>
- MARTIN, G. M. 2010. Geographic distribution and historical occurrence of *Dromiciops gliroides* Thomas (Metatheria: Microbiotheria). Journal of Mammalogy 91:1025–1035. <https://doi.org/10.1644/09-mamm-a-347.1>
- MARTIN, G. M. 2011. Geographic distribution of *Rhyncholestes raphanurus* Osgood, 1924 (Paucituberculata: Caenolestidae), an endemic marsupial of the Valdivian Temperate Rainforest. Australian Journal of Zoology 59:118–126. <https://doi.org/10.1071/zoi1038>
- MARTIN, G. M. 2018. Variability and variation in *Dromiciops* Thomas, 1894 (Marsupialia, Microbiotheria, Microbiotheriidae). Journal of Mammalogy 99:159–173. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyx175>
- MARTIN, G. M. 2019. The palmar and Plantar Anatomy of *Dromiciops gliroides* Thomas, 1894 (Marsupialia, Microbiotheria) and its Relationship to Australian Marsupials. Journal of Mammalian Evolution 26:51–60. <https://doi.org/10.1007/s10914-017-9420-y>
- MARTIN, G. M. 2019a. *Thylamys sponsorius*. Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción (SAyDS-SAREM, eds.). Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: <http://cma.sarem.org.ar>. <https://doi.org/10.31687/saremlr.19.029>
- MARTIN, G. M. 2019b. *Chacodelphys formosa*. Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción (SAyDS-SAREM, eds.). Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: <http://cma.sarem.org.ar>. <https://doi.org/10.31687/saremlr.19.021>
- MARTIN, G. M. 2019c. *Lestodelphys halli*. Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción (SAyDS-SAREM, eds.). Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: <http://cma.sarem.org.ar>. <https://doi.org/10.31687/saremlr.19.025>
- MARTIN, G. M. 2019d. *Marmosa constantiae*. Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción (SAyDS-SAREM, eds.). Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: <http://cma.sarem.org.ar>. <https://doi.org/10.31687/saremlr.19.005>
- MARTIN, G. M., B. GONZÁLEZ, & A. MONJEAU. 2021. Continental assessment of South American marsupial conservation priorities: A methodological approach using a spatially explicit conservation indicator. Biological Conservation 256:109045. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109045>
- MASSOIA, E., J. C. CHÉBEZ, & A. BOSSO. 2012. Los mamíferos silvestres de la provincia de Misiones, Argentina. Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Buenos Aires. <https://doi.org/10.35537/10915/52662>
- MONJEAU, J. A. 2009. Guns & Roses: violencia y belleza en la relación hombre-naturaleza. Cuadernos de Ética 24 (37).
- MONJEAU, A. 2010. Conservation Crossroads and the Role of Hierarchy in the Decision-Making Process. Natureza & Conservação 8:112-119. <https://doi.org/10.4322/natcon.00802002>
- MORELLO, J., S. D. MATTEUCCI, A. F. RODRÍGUEZ, & M. E. SILVA. 2018. Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos. 2da. Edición ampliada Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires.

- MORRONE, J. J. 2014. Biogeographical regionalisation of the Neotropical region. *Zootaxa* 3782: 1–110. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3782.1.1>.
- MORRONE, J. J. 2015. Biogeographical regionalisation of the Andean region. *Zootaxa* 3936:207–236. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3936.2.3>.
- NACIONES UNIDAS. 2018. La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago. <https://doi.org/10.18356/fd19fa3d-es>
- NANNI, A. S. ET AL. 2020. Presiones sobre la conservación asociadas al uso de la tierra en las ecorregiones terrestres de la Argentina. *Ecología Austral* 30:304–320. <https://doi.org/10.25260/ea.20.30.2.0.1056>
- OJEDA, R. A., V. CHILLO, & G. B. DIAZISENRATH. 2012. Libro Rojo de Mamíferos Amenazados de la Argentina. Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos (SAREM), Mendoza.
- PEBESMA, E. 2018. Simple Features for R: Standardized Support for Spatial Vector Data. *The R Journal* 10 (1), 439–446, <https://doi.org/10.32614/RJ-2018-009>
- PINE, R. H., D. A. FLORES, & K. BAUER. 2013. The second known specimen of *Monodelphis unistriata* (Wagner) (Mammalia: Didelphimorphia), with redescription of the species and phylogenetic analysis. *Zootaxa* 3640:425–441. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3640.3.6>
- QUINTERO-GALVIS, J. F., P. SANEZ-AGUDELO, J. L. CELIS-DIEZ, G. C. AMICO, S. VAZQUEZ, A. B. A. SHAFER, & R. F. NESPOLO. 2021. The biogeography of *Dromiciops* in southern South America: Middle Miocene transgressions, speciation and associations with *Nothofagus*. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 107234. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2021.107234>
- R CORE TEAM. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- RECA, A. R., C. ÚBEDA, & D. GRIGERA. 1996. Prioridades de conservación de los mamíferos de Argentina. *Mastozoología Neotropical* 3:87–117.
- RSTUDIO TEAM. 2021. RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio, PBC, Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/https://doi.org/10.4135/9781526472557>
- RUNGE, C. A., J. E. M. WATSON, S. H. M. BUTCHART, J. O. HANSON, H. P. POSSINGHAM, & R. A. FULLER. 2015. Protected areas and global conservation of migratory birds. *Science* 350:1255–1258. <https://doi.org/10.1126/science.aac9180>.
- SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA NACIÓN Y SOCIEDAD ARGENTINA PARA EL ESTUDIO DE LOS MAMÍFEROS. 2019. Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: <http://cma.sarem.org.ar.https://doi.org/10.31687/saremlr.19.140>
- SISTEMA DE INFORMACIÓN DE BIODIVERSIDAD (SIFAP) 2021. Áreas Protegidas: Administración de Parques Nacionales. SIB. (Consultado el 20 octubre de 2021). <https://doi.org/10.18242/anpscripta.2016.02.02.01.0005>
- SUÁREZ-VILLOTA, E. Y., C. A. QUERCIA, J. J. NUÑEZ, M. H. GALLARDO, C. M. HIMES, & G. J. KENAGY. 2018. Monotypic status of the South American relictual marsupial *Dromiciops gliroides* (Microbiotheria). *Journal of Mammalogy* 99:803–812. <https://doi.org/10.1093/jmammal/gyy073>
- TETA, P. 2019. *Monodelphis unistriata*. Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción (SAyDS–SAREM, eds.). Lista Roja de los mamíferos de Argentina. Versión digital: <http://cma.sarem.org.ar.https://doi.org/10.31687/saremlr.19.011>
- TETA, P., & U. F. J. PARDIÑAS. 2007. Mammalia, Didelphimorphia, Didelphidae, *Chacodelphys formosa* (Shamel, 1930): Range extension. *Check List* 3:333–335. <https://doi.org/10.15560/3.4.333>
- TETA, P., U. F. J. PARDIÑAS, & G. D'ELÍA. 2006. Rediscovery of *Chacodelphys*: A South American marsupial genus previously known from a single specimen. *Mammalian Biology* 71:309–314. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2006.03.004>
- TETA, P., E. MUSCETTO, S. MAIDANA, C. BELLOMO, & P. PADULA. 2007. *Gracilinanus microtarsus* (Didelphimorphia, Didelphidae) en la Provincia de Misiones, Argentina. *Mastozoología Neotropical* 14:113–115.
- TETA, P., A. M. ABBA, G. H. CASSINI, D. A. FLORES, C. A. GALLIARI, S. O. LUCERO, & M. RAMÍREZ. 2018. Lista revisada de los mamíferos de Argentina. *Mastozoología Neotropical* 25:163–198. <https://doi.org/10.31687/saremlr.18.25.1.0.15>
- IUCN. 2012. Directrices para el uso de los Criterios de la Lista Roja de la IUCN a nivel regional y nacional: Versión 4.0. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: IUCN. iii + 43pp. Originalmente publicado como Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels: Version 4.0. (Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 2012). <https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2016.rle.1.es>
- UNEP-WCMC, IUCN. 2021. Protected Planet: The World Database on Protected Areas (WDPA) [on-Line]. Agosto 2021. UNEP-WCMC and IUCN, Cambridge, UK. www.protectedplanet.net.
- VALLADARES-GÓMEZ, A., J. L. CELIS-DIEZ, R. E. PALMA, & G. S. MANRÍQUEZ. 2017. Cranial morphological variation of *Dromiciops gliroides* (Microbiotheria) along its geographical distribution in south-central Chile: a three-dimensional analysis. *Mammalian Biology* 87:107–117. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2017.07.003>
- VOSS, R. S., E. E. GUTIERREZ, S. SOLARI, R. V. ROSSI, & S. A. JANSÁ. 2014. Phylogenetic Relationships of Mouse Opossums (Didelphidae, *Marmosa*) with a Revised Subgeneric Classification and Notes on Sympatric Diversity. *American Museum Novitates* 3817:1–27. <https://doi.org/10.1206/3817.1>
- VOSS, R. S., J. F. DÍAZ-NIETO, & S. A. JANSÁ. 2018. A revision of *Philander* (Marsupialia: Didelphidae), part 1: *P. quica*, *P. canus*, and a new species from Amazonia. *American Museum Novitates* 3891:1–71. <https://doi.org/10.1206/3891.1>
- VOSS, R. S., D. W. FLECK, & S. A. JANSÁ. 2019. Mammalian diversity and Matses Ethnomammalogy in Amazonian Perú. Part 3: Marsupials (Didelphimorphia). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 432:1–87. <https://doi.org/10.1206/0003-0090.432.1.1>
- VOSS, R. S., T. C. GIARLA, J. F. DÍAZ-NIETO, & S. A. JANSÁ. 2020. A revision of the didelphid marsupial genus *Marmosa*. Part 2. Species of the Rapposa Group (subgenus *Micoureus*). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 439:1–60. <https://doi.org/10.1206/0003-0090.439.1.1>
- WILLIG, M. R., & M. R. GANNON. 1997. Gradients of species density and turnover in marsupials: a hemispheric perspective. *Journal of Mammalogy* 78:756–7651. <https://doi.org/10.2307/1382934>