

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES



Tesina para la obtención de título de grado en Ciencias Biológicas

**¿CUÁLES SON LAS CAUSAS DE LA RECIENTE EXPANSIÓN HACIA EL SUR DEL
OSO MELERO (*Tamandua tetradactyla*)? UNA APROXIMACIÓN USANDO
MODELOS DE NICHOS**

Alumna: María Constanza García Capocasa

Firma:

Director: Dr. Ricardo Torres

Firma:

Instituto de Diversidad y Ecología Animal (IDEA, CONICET-UNC)

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Universidad Nacional de Córdoba

Fecha: Marzo 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

**¿CUÁLES SON LAS CAUSAS DE LA RECIENTE EXPANSIÓN HACIA EL SUR DEL
OSO MELERO (*Tamandua tetradactyla*)? UNA APROXIMACIÓN USANDO
MODELOS DE NICHOS**

Tribunal Examinador

Nombre y Apellido: Dra. María Carla Labaque

Firma:

Nombre y Apellido: Dra. Daniela Tamburini

Firma:

Nombre y Apellido: Dr. Javier Nori

Firma:

Calificación:

Fecha:

ÍNDICE

Introducción	<u>Pág. 4</u>
Materiales y métodos	
<i>Área de estudio</i>	<u>Pág. 9</u>
<i>Construcción de una base de datos con localidades de ocurrencia</i>	<u>Pág. 10</u>
<i>VARIABLES ambientales</i>	<u>Pág. 11</u>
<i>Algoritmo y protocolo de modelado</i>	<u>Pág. 12</u>
<i>Evaluación del modelo y análisis de datos</i>	<u>Pág. 13</u>
Resultados	<u>Pág. 15</u>
Discusión y Conclusiones	<u>Pág. 24</u>
Bibliografía	<u>Pág.29</u>
Anexos	<u>Pág. 37</u>

Título: ¿Cuáles son las causas de la reciente expansión hacia el sur del oso melero (*Tamandua tetradactyla*)? Una aproximación usando modelos de nicho

Palabras clave: Cambio Climático, cambio en el uso del suelo, análisis de partición de la variación, nicho Grinelliano.

Resumen: Los acelerados cambios ambientales hacen necesario el estudio de la distribución de las especies. En los últimos años se han desarrollado diferentes metodologías que permiten utilizar datos de monitoreo e información ambiental para mejorar la comprensión de los patrones de distribución y uso de hábitat de las especies, destacándose entre ellas los modelos de nicho ecológico. En este trabajo se desarrolló un modelo de nicho calibrado en el tiempo para evaluar la contribución de los cambios del clima y de los cambios en el uso del suelo a la expansión observada de la especie *Tamandua tetradactyla* hacia el sur en Argentina (provincia de Córdoba y San Luis) registrada en las últimas décadas. El modelo se realizó para toda la región del Gran Chaco Sudamericano utilizando capas de precipitación media anual, temperatura media anual, elevación y tres variables de uso del suelo considerando los años 1985, 2000 y 2015. El modelo de nicho ecológico se desempeñó mejor que el azar con un valor de AUC de 0,95. Los resultados obtenidos sugieren que tanto el clima como los cambios en la cobertura de la vegetación en la región de estudio podrían haber influido en la expansión de la distribución de *T. tetradactyla*. De este modo, si bien la especie podría haber llegado a las Provincias de Córdoba y San Luis debido a que el cambio climático habría aumentado la aptitud del hábitat en esta zona, a su vez se produjeron grandes cambios en el uso del suelo en el norte del país que podrían haber obligado a la especie a desplazarse buscando sitios más óptimos.

INTRODUCCIÓN

El rango geográfico de las especies constituye la unidad básica de la biogeografía y un elemento clave para el entendimiento de su biología (Rosenzweig, 1995; Brown y Lomolino, 1998). Dicho rango está condicionado por tres tipos principales de factores, que operan espacial y temporalmente a diferentes escalas e

intensidades. En primer lugar, condiciones ambientales tales como las climáticas típicamente varían a escalas gruesas y a lo largo de grandes extensiones de superficie, y constituyen lo que se ha dado en llamar el “*nicho Grinelliano*” (Soberón, 2007). En segundo lugar, las variables que implican interacciones entre especies generalmente actúan a escala más fina y extensiones menores, y pueden identificarse con el denominado “*nicho Eltoniano*”. Finalmente, muchas áreas son favorables en cuanto a sus nichos Grinelliano y Eltoniano, pero no pueden ser accedidas por los individuos debido a limitaciones en su capacidad de dispersión (Soberón, 2007). Sin embargo, las variables ambientales que condicionan al nicho Grinelliano no son estáticas; por ejemplo, tanto el clima como los cambios en la cobertura de la vegetación provocados por la acción humana han variado considerablemente en las últimas décadas. Es por esto que la respuesta de las distintas especies a las condiciones climático-ambientales y su capacidad para adaptarse a los cambios en su ambiente natural son factores importantes a considerar para delinear acciones de conservación (Alsos et al., 2009).

En los últimos años se han desarrollado diferentes metodologías que permiten utilizar datos de monitoreo e información ambiental para mejorar la comprensión de los patrones de distribución y uso de hábitat de las especies, destacándose entre ellas los modelos de nicho ecológico (Peterson et al., 2011 y Soberón et al., 2017). Estos modelos permiten identificar las variables ambientales que determinan mayormente la distribución de una especie (Peterson y Soberón, 2012). Para ello, los modelos de nicho ecológico utilizan datos de presencia de la especie de interés e información ambiental (Peterson, 2006; Soberón et al., 2017), como por ejemplo variables climáticas y de cobertura de la vegetación, entre otras. Además de estimar el nicho ecológico en el espacio ambiental, estos modelos permiten proyectarlo en el espacio geográfico para identificar las áreas donde las condiciones ambientales permiten que sus poblaciones sobrevivan y permanezcan a través del tiempo (Peterson et al., 2011, 2015; Soberón et al., 2017). No obstante, estas áreas pueden no ser accesibles para la especie debido a su capacidad de dispersión o la existencia de barreras biogeográficas, por lo cual, comúnmente se les conoce como áreas de distribución potencial (Peterson et al., 2011, 2015). De este modo, es que se asume que los requerimientos de nicho de una especie dada no cambian en el corto plazo (Peterson,

2011), por lo cual la misma enfrentada a un determinado cambio en las condiciones ambientales, debería poder rastrear las condiciones óptimas que surgieran en nuevos sitios antes no habitados por la especie, siempre que su capacidad de dispersión lo permita.

Una especie que ha experimentado una notable expansión hacia el sur en las últimas décadas es el oso melero (*Tamandua tetradactyla*; Fig. 1). En Argentina, la



Fig. 1. Oso melero (*Tamandua tetradactyla*)

especie era tradicionalmente señalada para las provincias de Corrientes, Chaco, Formosa, Jujuy, Misiones, Salta, Santa Fe, Santiago del Estero, Tucumán y Catamarca (Juliá et al., 1994; Díaz y Barquez, 2002; Canevari y Vaccaro, 2007; Vizcaíno et al., 2006; Chébez, 2009). Sin embargo, desde hace unos 25 años la especie comenzó a observarse en Córdoba y La Rioja (Agüero et al., 2003; Torres et al., 2009; Schiappacasse et al., 2016; González et al., 2018) y más recientemente en el norte de San Luis (Ayarragaray

Tabuenca et al., 2019).

El oso melero pertenece a la familia Myrmecophagidae, dentro del orden Pilosa. Los integrantes de esta familia se caracterizan por carecer de dientes y tener un hocico largo y tubular. Se alimentan de insectos sociales, como hormigas, termitas y abejas. Para romper los hormigueros y termiteros usan sus poderosas garras anteriores y atrapan a los insectos con su lengua, que es cilíndrica, muy extensible y pegajosa (Canevari y Vaccaro, 2007). Son de hábitos solitarios, terrestres o arborícolas. El oso melero particularmente está relacionado a ambientes boscosos y selváticos tropicales y subtropicales y está adaptado a una vida arborícola, poseyendo una cola prensil parcialmente desnuda, aunque frecuentemente baja al suelo a alimentarse en los hormigueros y termiteros. Puede desplazarse en tierra cubriendo largas distancias (Canevari y Vaccaro, 2007).

En lo que respecta al estado de conservación de sus poblaciones silvestres, la misma está catalogada como de Preocupación Menor a escala internacional (UICN; Miranda et al., 2014) y cercano a la Amenaza a escala nacional en Argentina (Ojeda et al. 2012). Sin embargo, específicamente para la provincia de Córdoba la especie es considerada como En Peligro, debido a la destrucción del hábitat por tala indiscriminada, y a su muerte a manos de pobladores locales o sus perros, o por atropellamiento (Torres y Tamburini, 2018).

Dentro de la distribución natural de la especie, se destaca la región denominada Gran Chaco Sudamericano (es decir, sumando las ecorregiones del Chaco Seco y el Chaco Húmedo tal como fueron definidas por Olson et al., 2001; Fig. 2), dado que la expansión reciente de la especie hacia el sur se ha producido a través de ambientes chaqueños. El Gran Chaco contiene las masas boscosas continuas más extensas del continente después del Amazonas.



Fig. 2. Región del Gran Chaco Sudamericano

Desde hace más de un siglo, el Gran Chaco se ha visto sometido a la degradación y pérdida sostenida de su patrimonio natural, debido al uso extractivo y no planificado de sus recursos naturales. A las actividades tradicionales de ganadería extensiva y extracción forestal, en los últimos años cobró extrema importancia el avance no planificado de la agricultura a gran escala (Baumann et al., 2017), siguiendo el patrón general observado a escala global. De hecho, se considera que tanto a escala regional como global el cambio en el uso del suelo es uno de los principales impulsores de la pérdida de la diversidad biológica, y se proyecta para el año 2100 como el de mayor impacto global, seguido del cambio climático (Sala et al., 2000; Hansen et al., 2001; Duraiappah et al., 2005; Fischlin et al., 2007).

Con respecto al cambio climático, el Grupo Intergubernamental de Expertos

sobre el Cambio Climático (IPCC, 2007) señala que la composición de la atmósfera está cambiando con severas consecuencias en el clima de la Tierra. Debido a estos cambios ya se han observado efectos reales sobre la biodiversidad, y se prevé que tendrá efectos directos sobre los organismos individuales, las poblaciones y los ecosistemas. En cuanto a los individuos, se ha encontrado que el cambio climático podría afectar su desarrollo, fisiología y sus comportamientos durante las fases de crecimiento, reproducción y migración (IPCC, 2007). Por otra parte, es probable también que la modificación en los patrones de precipitación y el aumento de la temperatura afecten la distribución, tamaño, estructura y abundancia de las poblaciones de algunas especies (Böhning-Gaese et al., 2008). Lo anterior, sumado a los efectos del cambio climático sobre el ciclo hidrológico, podría afectar las interacciones entre las especies, los ciclos de nutrientes y el funcionamiento, estructura y distribución misma de los ecosistemas (IPCC, 2007). Entre alguno de los principales impactos del cambio climático sobre la biodiversidad en América Latina se incluyen cambios en la distribución geográfica de algunas especies como consecuencia de cambios en la distribución de las lluvias y cambios en las temperaturas (por ej. Barrantes et al. 2011; Barrantes, 2009; Fuchs et al. 2010).

En este contexto se plantean el **cambio climático** y el **cambio en el uso del suelo** como las causas más probables de la expansión de la distribución del oso melero. De este modo, pueden formularse cuatro *hipótesis*: 1) que la expansión es debida principalmente al Cambio Climático; 2) que la misma es debida principalmente a cambios en la cobertura de la vegetación; 3) que ambos factores actúan sinérgicamente en dicha expansión; y 4) que estos factores no son importantes en la citada expansión.

Considerando lo expuesto, en el presente trabajo se propuso como objetivo principal **evaluar la contribución de los cambios del clima y de los cambios en el uso del suelo a la expansión observada de *Tamandua tetradactyla* hacia el sur en Argentina en las últimas décadas.**

Objetivos específicos

1. Recopilar registros de ocurrencia de *Tamandua tetradactyla* en la zona de expansión, y en todo el Gran Chaco Sudamericano.

2. Generar un modelo de nicho calibrado en el tiempo, con localidades de ocurrencia de todo el Gran Chaco Sudamericano, y variables climáticas y de uso del suelo.
3. Proyectar el modelo de nicho a tres escenarios (1985, 2000 y 2015) con condiciones cambiantes de clima y uso del suelo.
4. Evaluar la contribución particular de los cambios en el clima y en el uso del suelo, en las áreas recientemente colonizadas hacia el sur de su distribución.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El modelo de nicho se realizó para toda la región del Gran Chaco Sudamericano, abarcando territorio de Argentina, Bolivia, Paraguay y una pequeña porción de Brasil, regiones que forman parte de la distribución natural de la especie de interés y en donde se ha evidenciado su expansión hacia las zonas más australes de la región. El Gran Chaco Sudamericano es un área natural singular; sus 1.066.000 km² ocupan territorios de cuatro países: Argentina (62.19%), Paraguay (25.43%), Bolivia (11.61%) y Brasil (0.77%). Extendiéndose desde latitudes tropicales (18°S) hasta ambientes subtropicales (31°S), esta ecorregión presenta una gran variedad de climas y relieves que dan origen a una amplia diversidad de ambientes; desde pastizales, esteros y sabanas (secas e inundables) hasta bañados, salitrales, sierras y ríos; y, por supuesto, una gran extensión y diversidad de bosques y arbustales. Esta gran cantidad de ambientes distintos se traduce en una alta diversidad de especies animales y vegetales que hacen del Chaco un área clave para la conservación de la biodiversidad. En esta ecorregión habitan más de 3400 especies de plantas, alrededor de 500 especies de aves, 150 de mamíferos, 120 de reptiles y aproximadamente 100 especies de anfibios (The Nature Conservancy et. al, 2005). Si bien hasta la década de 1970 el Chaco se mantuvo bastante poco alterado, esto se ha revertido en los últimos tiempos. Esto se debe a la ocurrencia de ciclos climáticos más húmedos, el desarrollo de la biotecnología y del comercio internacional de granos y oleaginosas produciendo que esta región se torne cada vez más amenazada por el avance acelerado de la frontera agrícola (Zak et al. 2008). Además, también por la acción del hombre, gran parte de los bosques remanentes han perdido su diversidad original y

quedó transformada en extensos arbustales o bosque secundarios (The Nature Conservancy et. al, 2005).

Específicamente en las provincias de Córdoba y La Rioja, que es en donde mayormente ha ocurrido la expansión hacia el sur de *T. tetradactyla*, los ambientes chaqueños se caracterizan por la dominancia del Quebracho Blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) como especie de árbol emergente, y principalmente por el Mistol (*Sarcomphalus mistol*), la Brea (*Cercidium praecox*) y varias especies de Algarrobos (*Prosopis* spp.) formando el estrato arbóreo secundario, y la Jarilla (*Larrea divaricata*) y varias especies de Garabatos (*Vachellia* spp) formando el estrato arbustivo; son comunes además las cactáceas. Particularmente en el oeste de Córdoba y este de La Rioja, el Chaco está rodeado por sierras, en donde se desarrolla un bosque más húmedo en donde domina el Orco-Quebracho (*Schinopsis marginata*) como emergente y árboles menores como el Manzano del Campo (*Ruprechtia apetala*), entre otras especies típicas de la llanura (Adámoli et al. 1990, Cabido et al. 2018).

Construcción de una base de datos con localidades de ocurrencia

Los registros de presencia en todo el Gran Chaco se descargaron de las bases de datos del portal en línea GBIF (*Global Biodiversity Information Facility*, 2018). Puntualmente para la zona de expansión observada de *Tamandua tetradactyla* hacia el sur en el Chaco argentino, los registros de presencia se obtuvieron a través de una revisión de publicaciones, libros, revistas y resúmenes de congresos. También se utilizaron datos propios recopilados a través de encuestas realizadas en 9 localidades en el norte y oeste de la provincia de Córdoba entre los años 2016 y 2017, y datos de investigadores, medios periodísticos, y de la Secretaría de Ambiente y Cambio Climático de la Provincia de Córdoba (Anexos I y II). Posteriormente se realizó un filtrado según la fecha, para desarrollar el modelo calibrado en el tiempo (ver abajo). En total se obtuvieron 271 localidades de presencia para todo el Gran Chaco, que fueron reducidas a 55 luego del filtrado, el cual fue el número final con el que se desarrolló el modelo (Fig. 3).

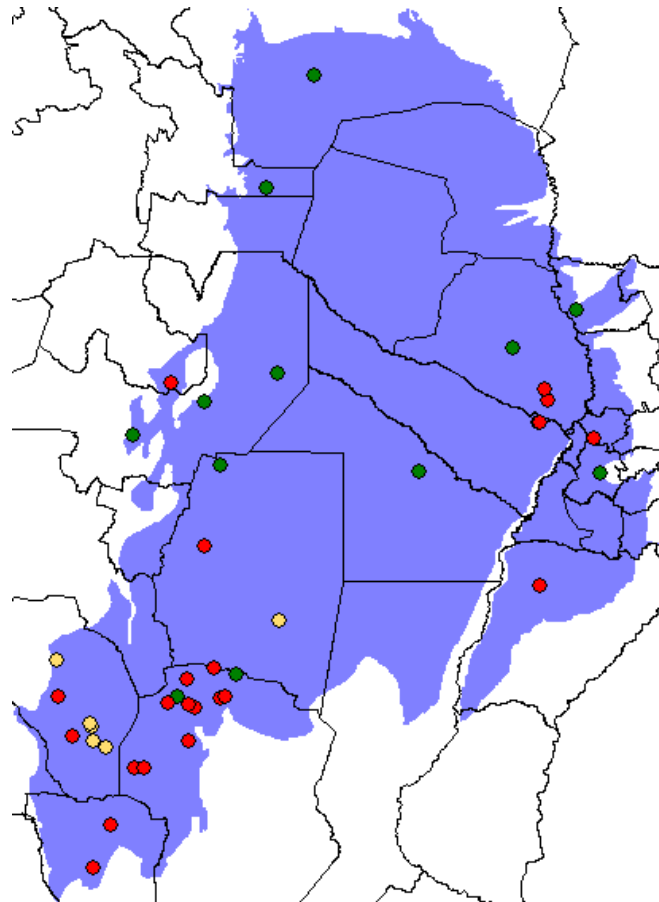


Fig. 3. Localidades de presencia con las que se desarrolló el modelo de nicho. En verde localidades correspondientes para el escenario de 1985, en amarillo localidades correspondientes para el escenario de 2000 y en verde localidades correspondientes para el escenario de 2015.

Variables ambientales

Para modelar se utilizaron capas de precipitación media anual y temperatura media anual para toda la región del Gran Chaco Americano para los años 1985, 2000 y 2015. La elección de estas variables se basó en un trabajo previo (R. Torres *en prep.*) en donde se determinó que estas variables son las más relacionadas al patrón de variación climático a lo largo de esta región, desde 1901 a 2010. Estas capas fueron generadas mediante el software ClimateSA v1.12 (<http://tinyurl.com/ClimateSA>), en base a la metodología descrita por Hamann, Wang, Spittlehouse, & Murdock (2013). El programa usa las anomalías mensuales de años individuales para calcular las medias mensuales, estacionales y anuales históricas, a partir de la base de datos climática CRU-TS 3.22 (Mitchell & Jones, 2005). El cálculo

de las variables climáticas y la estimación de las variables derivadas de estas es detallado en Wang, Hamann, Spittlehouse, & Murdock (2012).

Además de las capas climáticas, también se utilizó una capa de elevación (EarthEnv-DEM90, <http://www.earthenv.org/DEM>), y tres variables de uso del suelo, derivadas de tres capas de cobertura desarrolladas para todo el Gran Chaco y correspondientes a los años 1985, 2000 y 2015 (Baumann et al., 2017). Cada una de las capas de cobertura distingue bosques, cultivos y pasturas, por lo que de cada fecha se derivaron tres variables: % de bosques, % de cultivos y % de pasturas, con una resolución de 0.5 arco-minutos (aproximadamente 1 km). Posteriormente todas las variables ambientales fueron interpoladas a esta resolución.

Algoritmo y protocolo de modelado

Para llevar a cabo el modelo de nicho se utilizó la Tipicidad de Mahalanobis. Este algoritmo incluye a la distancia de Mahalanobis en su formulación y evalúa que tan típico es un pixel dado con respecto a los valores ambientales registrados en las localidades de presencia (Sangermano & Eastman, 2012). La distancia de Mahalanobis es computada usando la media multidimensional de los valores de las variables ambientales en las localidades de ocurrencia, y la covarianza entre dichas variables (Farber & Kadmon, 2003). Esta distancia es reescalada para obtener la Tipicidad de Mahalanobis, la cual varía entre 0 y 1. De este modo, un sitio con un valor de tipicidad = 1 muestra condiciones ambientales iguales a las de la media multidimensional, mientras que valores decrecientes indican una mayor distancia a dicha media (Sangermano & Eastman, 2012). El uso de este método tiene como ventaja el hecho de ajustar el modelo con solo presencias en vez de presencias vs background (como en Maxent), y por lo tanto está libre de problemas relacionados a la elección de dicho background. Otra importante ventaja es que considera la covarianza entre variables ambientales (Farber & Kadmon, 2003; Shatz, et al., 2013). Esto último lo convierte en el método óptimo para evaluar el efecto de variables de uso del suelo, las cuales frecuentemente están intercorrelacionadas.

Para ajustar el modelo de nicho se usó un procedimiento de “calibrado en el tiempo” (Kuemmerle, et al., 2012; Nogués-Bravo, 2009; Sieber et al., 2015), mediante el cual cada localidad de ocurrencia es asociada a los datos ambientales lo más

cercanos posible a la fecha en la que dicho registro fue realizado. De este modo, los registros realizados entre 1979 y 1992 fueron relacionados a los valores del clima promedio de esa década y las variables de uso del suelo correspondientes a 1985 en las mismas celdas; los registros realizados entre 1996 y 2005 fueron relacionados a los valores del clima promedio de esa década y las variables de uso del suelo correspondientes a 2000 en las mismas celdas; y los registros realizados entre 2009 y 2018 fueron relacionados al clima promedio de 2009 a 2018 y las variables de uso del suelo correspondientes a 2015 en dichas celdas. También se asociaron todas las celdas de ocurrencia con los valores correspondientes de la capa de elevación, que fue incluida en el modelo como una capa fija (no variable entre las fechas consideradas).

De esta manera se construyó un modelo de nicho solo para esas celdas, el cual luego fue extrapolado a los escenarios de 1985, 2000 y 2015. En el primer período mencionado (1972 a 1992, correspondiente a la capa de uso del suelo de 1985) se decidió ampliar los años abarcados por el clima y las localidades de ocurrencia (con respecto a los otros dos períodos) para aumentar el número de localidades de presencia en Argentina. Por otro lado, se reconoce que para el escenario correspondiente al uso del suelo de 2015 las ocurrencias provinieron de un período de tiempo que excede el período disponible para el clima. Sin embargo se decidió incluir dichas ocurrencias dado que muchos de los datos documentados en el área de expansión provienen de los últimos años. Por lo tanto, se asume para este modelo que no ocurrieron cambios significativos en el clima entre 2013 y 2018.

Una vez ajustado el modelo, se realizó un análisis de autocorrelación espacial, para determinar si las ubicaciones cercanas entre sí exhibieron valores más similares que los que están más alejados. A partir de este análisis de autocorrelación se siguieron los procedimientos de rutina para remover dicho efecto (Boria, et al., 2014; F. Dormann et al., 2007).

Evaluación del modelo y análisis de datos

Para evaluar el desempeño del modelo, y siguiendo a Raes & Ter Steege (2007), se calculó el valor del Área Bajo la Curva (AUC) de la Característica Operada por el Receptor (ROC), y se contrastó con una distribución de valores de AUC

correspondientes a 100 modelos nulos construidos con el mismo número de ocurrencias usadas para el modelo de nicho, pero extraídas al azar de toda la región del Gran Chaco en cada modelo nulo. Del histograma de frecuencias resultante se seleccionó el valor correspondiente al límite superior de confianza de 95%, evaluando si el valor de AUC del modelo de nicho es superior a este límite de confianza, para considerar de esta manera si el modelo se desempeñó mejor que al azar.

Cada proyección (1985, 2000 y 2015) fue reclasificada en tres clases equidistantes, y se trabajó con la de mayor idoneidad del hábitat (0.67 a 1.00) considerándolas como “áreas núcleo”. Estas áreas núcleo se combinaron, y de la capa combinada se distinguieron las áreas que permanecieron estables a lo largo del período considerado (1985 a 2015), de aquellas que experimentaron cambios (es decir, áreas ganadas y pérdidas de una fecha a la otra).

También se construyeron mapas de diferencia (mapas de cambio) en los valores de las variables (excepto la elevación, que es una variable fija) y de los valores de idoneidad, entre 1985 y 2000, y entre 2000 y 2015. Para evaluar la contribución de las variables ambientales a la pérdida o ganancia de áreas núcleo, se efectuó un Análisis de Partición de la Variación (Borcard, et. al., 1992; Peres-Neto, et al., 2006) sobre todas las celdas específicamente en las áreas ganadas y pérdidas en cada período, relacionando la diferencia en idoneidad con la diferencia en las variables climáticas y de uso de suelo.

RESULTADOS

Modelo de nicho

El análisis de autocorrelación espacial mostró que aproximadamente a 1 grado geográfico de distancia (pero no a menos distancia) había sitios mínimamente correlacionados (Fig. 4).

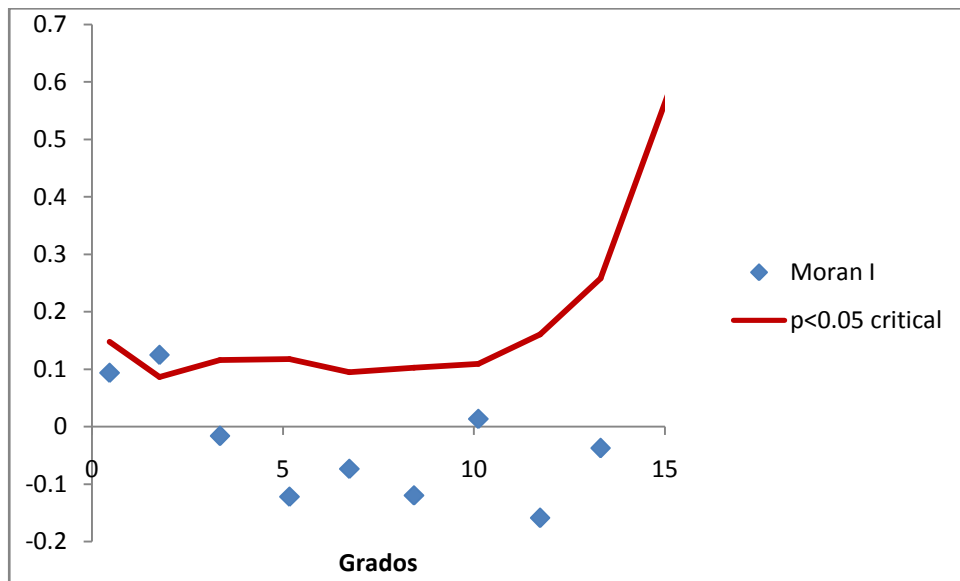


Fig. 4. Análisis de autocorrelación con 55 localidades de ocurrencia

Por lo tanto se siguieron los procedimientos de rutina para remover dicho efecto, realizando una depuración de localidades de ocurrencia. Luego se llevó a cabo un nuevo análisis de autocorrelación a partir de un total de 43 localidades, que arrojó el mismo resultado que el anterior (Fig. 5). Por lo tanto se resolvió modelar a partir de las 55 localidades de presencia originales y asumiendo que la autocorrelación observada no afectó mayormente a los resultados del modelo, ya que si se continuaba eliminando localidades de ocurrencia el modelo iba a perder potencia estadística.

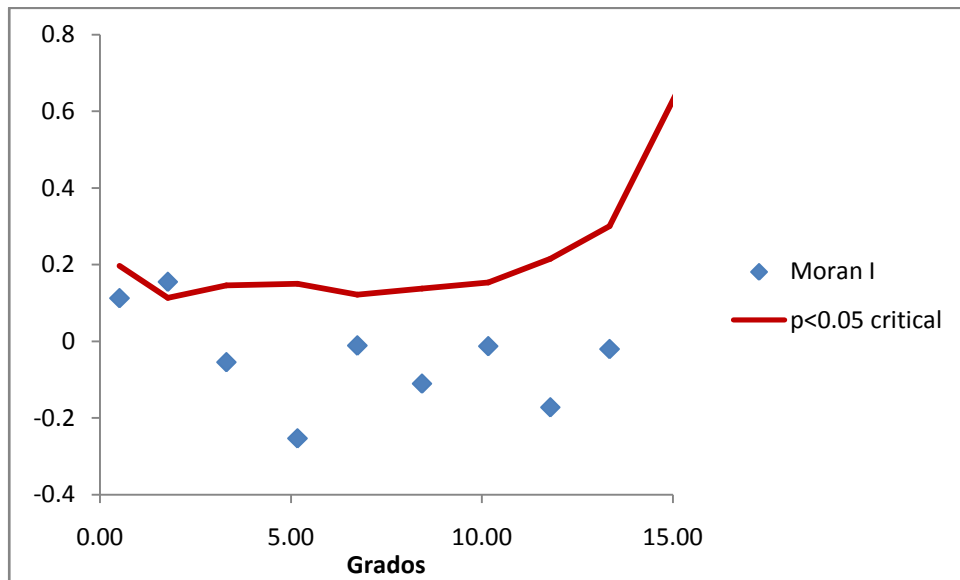


Fig. 5. Análisis de autocorrelación con 43 localidades de ocurrencia

El modelo de nicho mostró un muy buen desempeño con un valor de AUC de 0,95, que resultó significativo al ser mayor que el límite superior al 95% de la distribución de modelos nulos, que fue de 0,59.

De las proyecciones de este modelo de nicho se obtuvieron los mapas de aptitud del hábitat para cada año (1985, 2000 y 2015; Fig. 6). En los mismos, se destacan algunos cambios importantes, sobre todo hacia el último período, en el departamento de Boquerón en Paraguay y en las provincias de El Chaco y Santiago del Estero en Argentina, donde se observó una marcada disminución en la aptitud del hábitat. También se observan zonas en donde la disminución en la aptitud fue menor (en el departamento de Santa Cruz en Bolivia y en el norte de la provincia de La Rioja en Argentina), y sectores en donde la aptitud del hábitat habría aumentado, como en el norte de Santa Fe y el oeste de Corrientes (Fig. 4). También puede observarse que las áreas en el norte y oeste de Córdoba, este de La Rioja y norte de San Luis ya eran aptas en 1985.

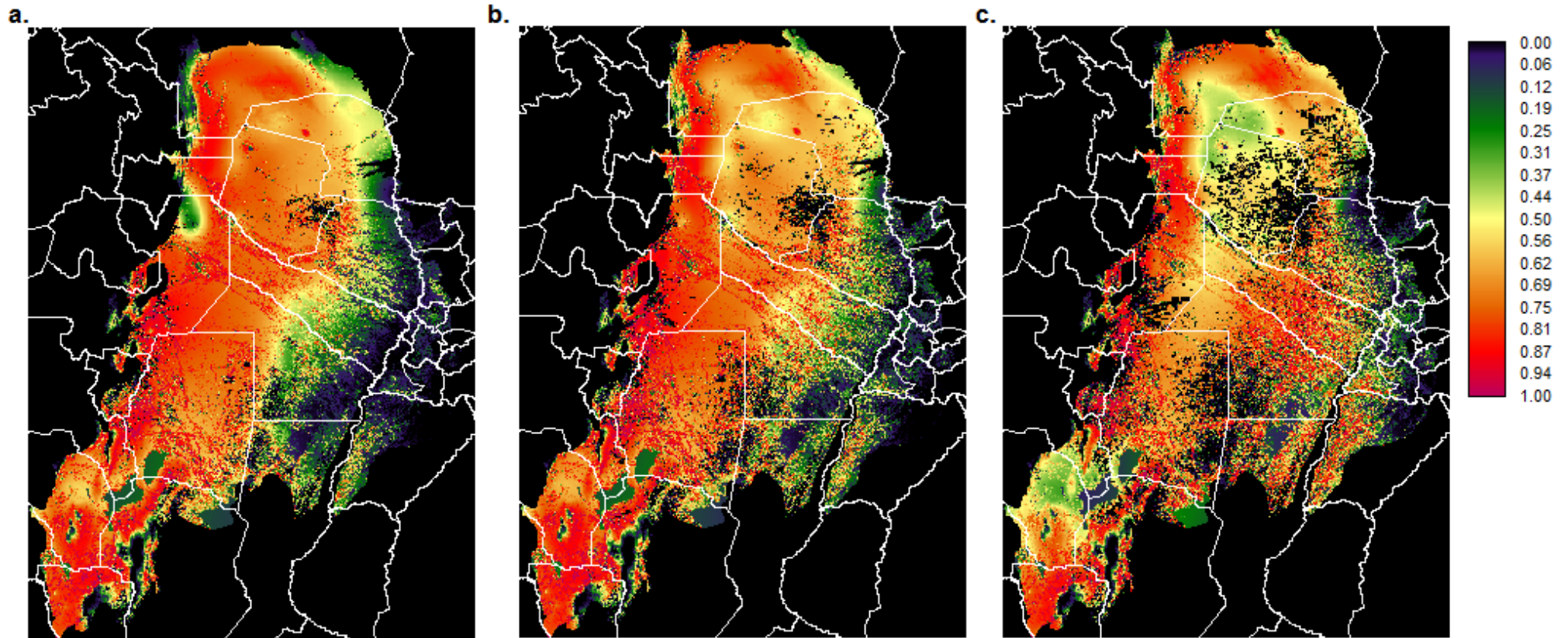


Fig. 6. Mapa aptitud de hábitat para *T. tetradactyla* en el año 1985 (a), 2000 (b) y 2015 (c).

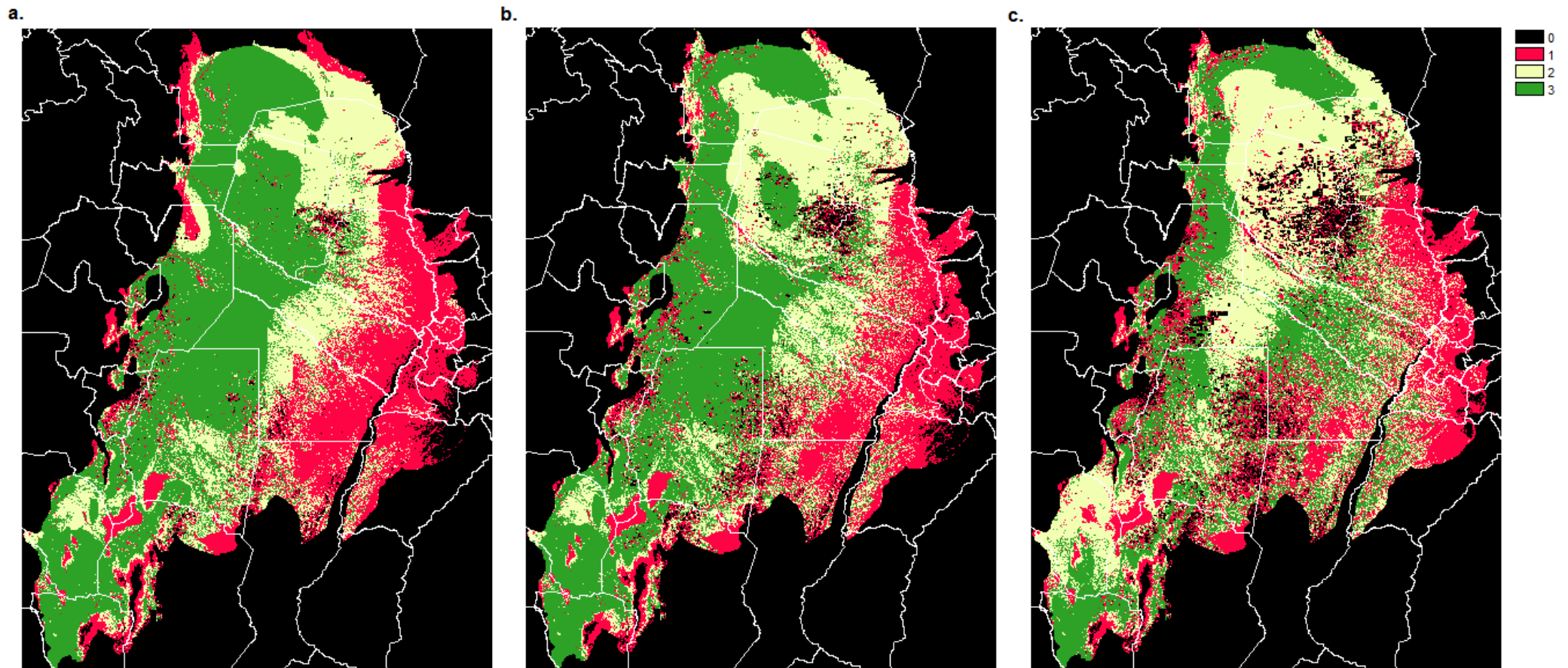


Fig. 7. Mapas de aptitud del hábitat para *T. tetradactyla* para los años 1985 (a), 2000 (b) y 2015 (c). La paleta de color indica las clases equidistantes reclasificadas, siendo 1 (rosa) valores de aptitud del hábitat entre 0,001 a 0,33, 2 (amarillo) valores de aptitud entre 0,33 a 0,67 y 3 (verde) valores de aptitud entre 0,67 a 1. Éstas últimas son las consideradas “áreas núcleo”. El color negro indica zonas fuera del área de estudio.

Al reclasificar los mapas anteriores en tres clases de aptitud, se observó que las “áreas núcleo” (la clase con mayor aptitud, entre 0.67 y 1.00) se distribuyeron principalmente por la ecorregión del Chaco Seco, y que los cambios en las mismas fueron muy marcados, con una disminución progresiva hacia 2015, aunque en esta última fecha se observaron nuevas áreas núcleo en el Chaco Húmedo (Fig. 7).

Estas áreas núcleo se combinaron (Anexo 2), y de la capa combinada se distinguieron las áreas que permanecieron estables a lo largo del período considerado (1985 a 2015), de aquellas que experimentaron cambios (es decir, áreas ganadas y perdidas de una fecha a la otra; Fig. 8).

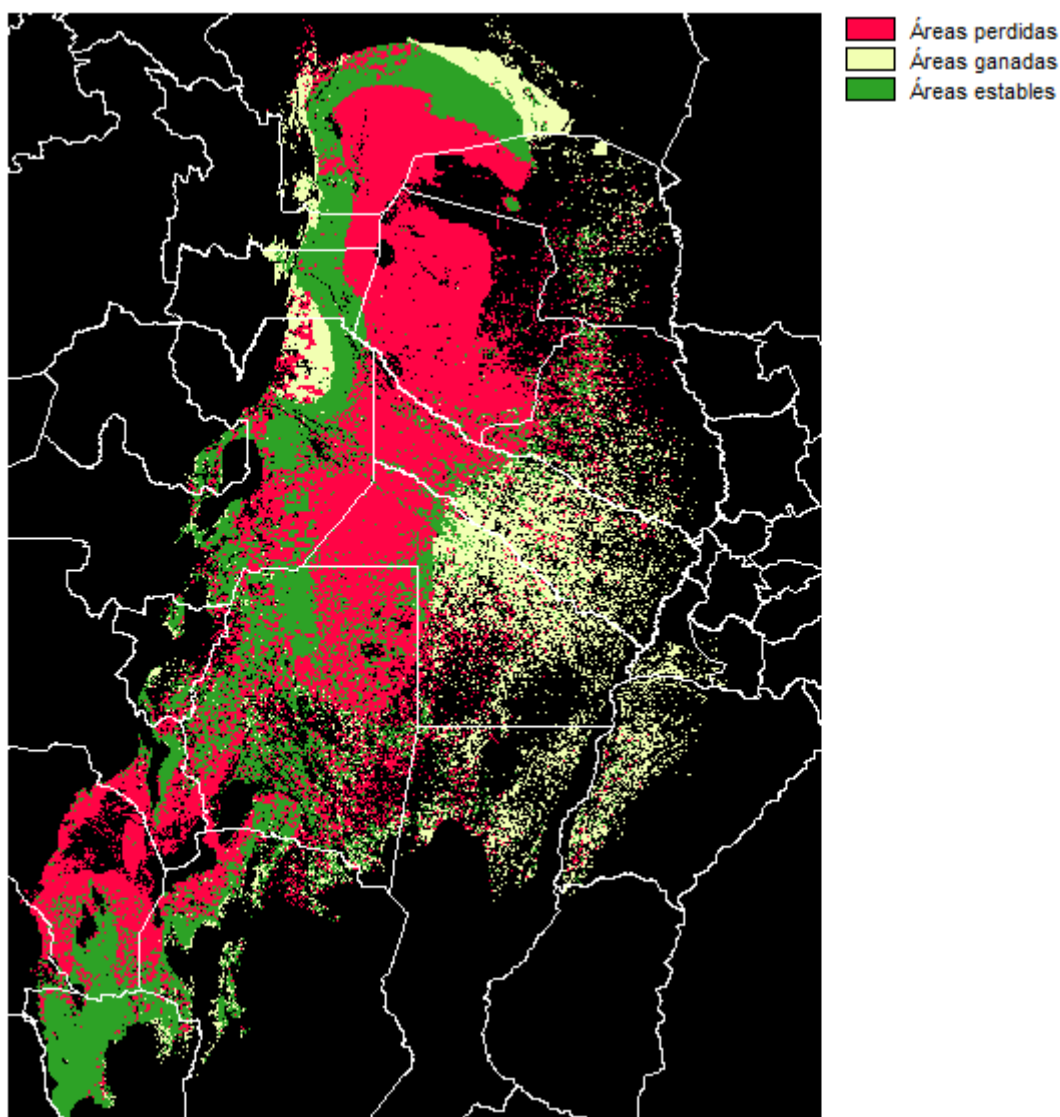


Fig. 8. Áreas núcleo estables, perdidas y ganadas entre 1985 y 2015.

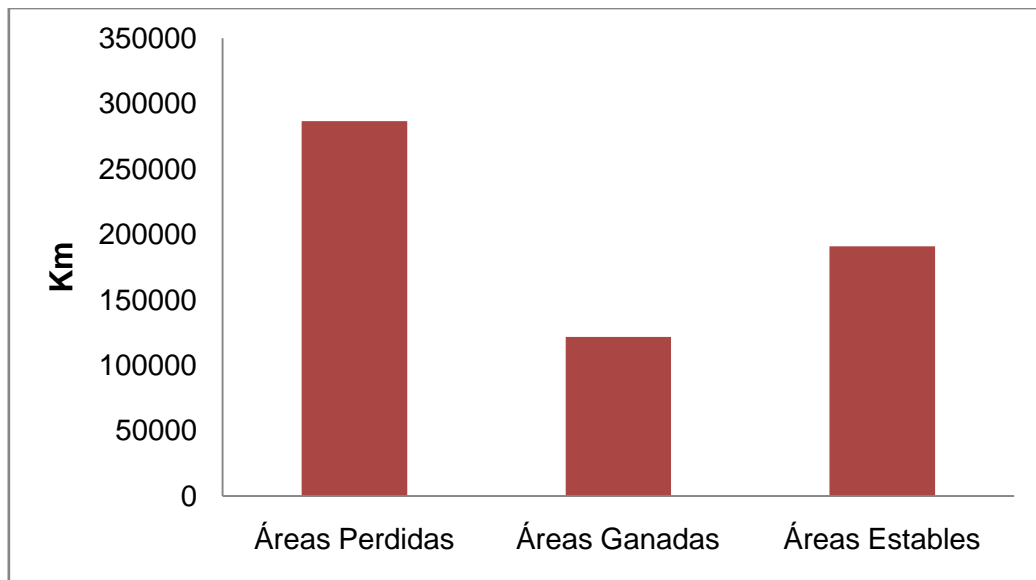


Fig. 9. Superficie de áreas núcleo estables, perdidas y ganadas entre 1985 y 2015.

En esta última capa se observa que las mayores modificaciones en el período considerado se deben a pérdidas de áreas núcleo, siendo éstas más notorias en los departamentos de Santa Cruz en Bolivia y de Boquerón en Paraguay, y en las provincias de Formosa, Chaco, Salta, Santiago del Estero y La Rioja en Argentina. A su vez se evidencian áreas núcleo ganadas en parte de Formosa, Chaco y Santa Fe. La mayor parte de las áreas núcleo, sin embargo, se han mantenido estables a lo largo del período estudiado.

El Análisis de Partición de la Variación para el período 1985-2000 determinó que la mayor contribución en las **áreas ganadas en el período 1985-2000** fue el cambio climático, con un 31 % de contribución (Tabla 1 y Fig. 10), aunque cabe señalar que el 65 % de la variación no pudo ser explicado por este análisis. El ANOVA relacionado al mismo indicó que todas las contribuciones fueron significativas con un $p < 0.001$.

Tabla 1. Análisis de Partición de la Variación de las aéreas ganadas en el período 1985-2000.

Dif. variable considerada	Coef. Variación (%)
Dif. Clima	0.30997
Dif. Cultivo	0.0311
Dif. Bosques	0.03685
Dif. Cul+Dif.Bos	0.00512
Dif. Clim+Dif. Cul	0.01822
Dif. Clim+Dif.Bos	-0.00505
Dif.Clima+Dif.Cul+Dif.Bos	0.00574
Residuos	0.65183

En el período 2000 – 2015, el cambio climático fue también el mayor contribuyente, con un 14 % (Tabla 2 y Fig. 9). Sin embargo el 72 % de la variación no pudo ser explicado por este análisis. Como en el caso anterior, el ANOVA relacionado al mismo indicó que todas las contribuciones fueron significativas ($p < 0.001$).

Tabla 2. Análisis de Partición de la Variación de las aéreas ganadas en el período 2000-2015.

Dif. variable considerada	Coef. Variación (%)
Dif. Clima	0.14427
Dif. Cultivo	0.00095
Dif. Bosques	0.09861
Dif. Cul+Dif.Bos	-0.00616
Dif. Clim+Dif. Cul	-0.01215
Dif. Clim+Dif.Bos	-0.02532
Dif.Clima+Dif.Cul+Dif.Bos	0.00696
Residuos	0.72646

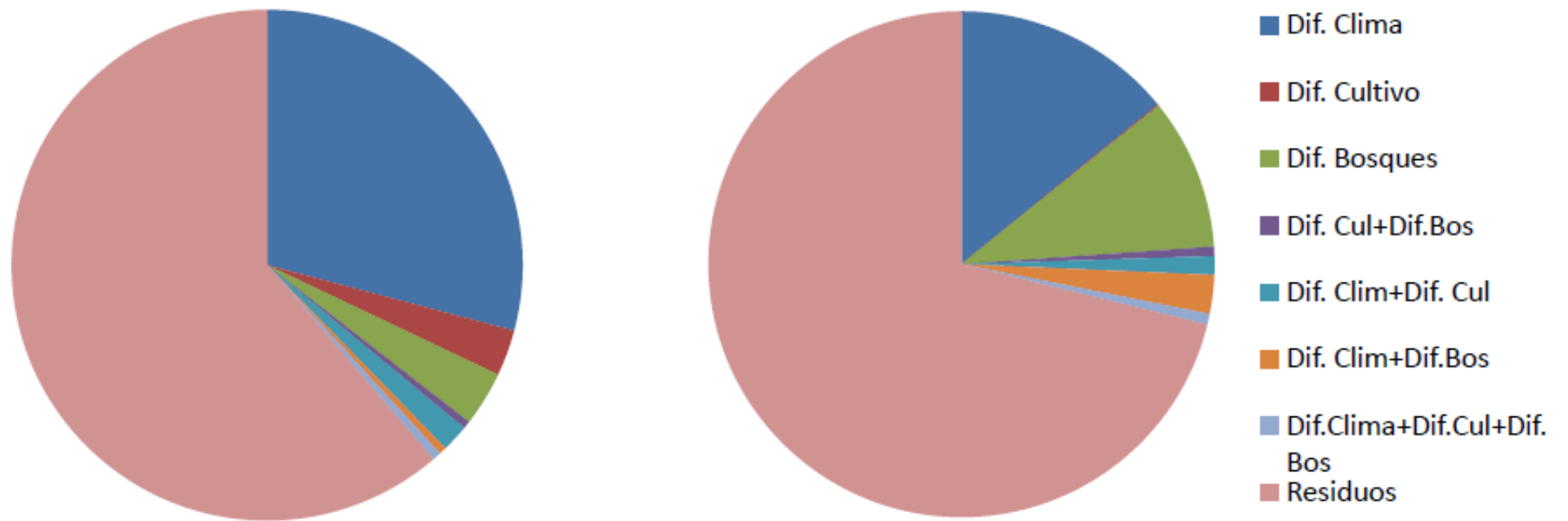


Fig. 10. Contribución de las variables (diferencias entre años) a las aéreas ganadas (diferencia positiva en la aptitud del hábitat) en los períodos 1985-2000 (izquierda) y 2000-2015 (derecha).

En el caso de las **aéreas perdidas durante el período 1985-2000** la variable que más contribuyó fue la diferencia en el porcentaje de pasturas con un 69 % de contribución (Tabla 3 y Fig. 11), siendo todas las contribuciones significativas ($p < 0.001$; test ANOVA).

Tabla 3. Análisis de Partición de la Variación de las aéreas perdidas en el período 1985-2000.

Dif. variable considerada	Coef. Variación (%)
Dif. Clima	0.174
Dif. Cultivo	0.16569
Dif. Past	0.69512
Dif. Cul+Dif.Past	0.00229
Dif. Clim+Dif. Cul	0.00576
Dif. Clim+Dif.Past	0.16615
Dif.Clima+Dif.Cul+Dif.Past	0.0022
Residuos	0.14378

Como en el caso anterior, la variable que más contribuyó a las **aéreas perdidas durante el período 2000-2015** fue la diferencia en el porcentaje de pasturas con un 53 % de contribución (Tabla 4 y Fig. 10), siendo todas las contribuciones significativas ($p < 0.001$; test ANOVA).

Tabla 4. Análisis de Partición de la Variación de las aéreas perdidas en el período 2000-2015.

Dif. variable considerada	Coef. Variación (%)
Dif. Clima	0.01404
Dif. Cultivo	0.29409
Dif. Past	0.5312
Dif. Cul+Dif.Past	0.00652
Dif. Clim+Dif. Cul	0.00017
Dif. Clim+Dif.Past	-0.00394
Dif.Clima+Dif.Cul+Dif.Past	0.00158
Residuos	0.16657

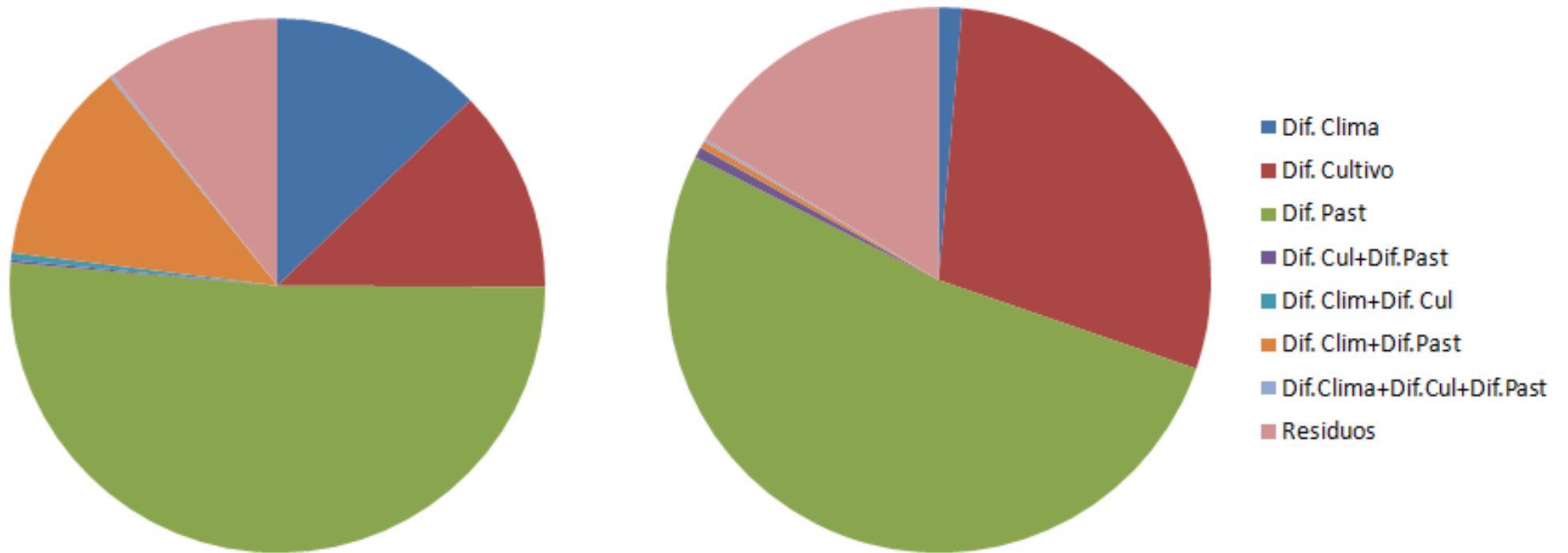


Fig. 11. Contribución de las variables (diferencias entre años) a las aéreas perdidas (diferencia negativa en la aptitud del hábitat) en los períodos 1985-2000 (izquierda) y 2000-2015 (derecha).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El estudio de la influencia de los cambios en el uso del suelo y el cambio climático sobre la diversidad biológica es un tópico sobre el que se están realizando importantes avances a lo largo del mundo (IPCC, 2002, 2007; Duncan et al., 2009; Fyllas y Troumbis, 2009). Los modelos de cambio climático predicen que las condiciones actuales se modificarían hacia mayores temperaturas y precipitaciones en la zona central de la Argentina (Nuñez et al., 2008). Por otro lado, autores como Austin et al. (2006) argumentan que los cambios del uso del suelo generan efectos importantes a nivel local, con consecuencias a escala regional y global, ya que influyen en la biodiversidad, el clima, los ciclos del agua, el carbono y el nitrógeno. Teniendo en cuenta el área de estudio de este trabajo, todos estos cambios descriptos seguramente influirán sobre la distribución de la biota chaqueña, siendo los modelos de nicho ecológico una herramienta idónea para tal fin.

Los resultados obtenidos indican que el modelo de nicho ecológico calibrado en el tiempo se desempeñó mejor que el azar, evidenciando que para el año 1985 las provincias de Catamarca, La Rioja, Córdoba y San Luis ya habrían albergado hábitats aptos para *T. tetradactyla*. A partir de estos datos, se observa que la mayor aptitud se encuentra contra los cordones montañosos, probablemente debido a que dichos faldeos son más húmedos que el Chaco Seco circundante. Sin embargo, las extrapolaciones espaciales del modelo sugieren que el avance de esta especie hacia las nuevas áreas de expansión no necesariamente habría ocurrido a través de dichos cordones montañosos, siendo otra ruta alternativa posible el centro de la provincia de Santiago del Estero hacia el sur. Esto concuerda además con los registros de presencia más antiguos en Córdoba, localizados en el norte provincial (Agüero et al., 2003; Torres et al., 2009).

Las áreas en donde la aptitud del hábitat aumentó (es decir, áreas ganadas o de expansión de la especie) en ambos períodos considerados fueron explicadas principalmente por el cambio climático. Esto se condice con Minetti et al. (2003) quienes señalan cambios bruscos positivos en los promedios anuales de precipitación de la región central de la Argentina. De este modo, el clima podría haber mejorado para *T. tetradactyla* y favorecido una expansión en la aptitud del hábitat en esos sitios.

Sin embargo, cabe señalar que parte de las nuevas áreas aptas se expande por zonas del Chaco Húmedo que ya presentan cultivos y por lo tanto estas nuevas áreas aptas ya se encuentran fragmentadas. Además, la contribución del cambio climático no fue muy alta, y un alto porcentaje del cambio en la aptitud del hábitat quedó sin explicar, lo cual evidencia que puede haber otras causas, además del clima, que influyan en la expansión del hábitat apto para la especie. Por ejemplo, es posible que se deban considerar otras variables climáticas, o posiblemente aspectos relacionados con el “*nicho Eltoniano*” (Soberón, 2007) que actúan a escala más fina y extensiones menores. A pesar de esto, este análisis permitió determinar que el clima tuvo más influencia en el siglo pasado que en el actual, lo cual se corresponde con la información disponible en cuanto a que el principal cambio climático se dio en la segunda mitad del siglo pasado (IPCC, 2002, 2007).

La pérdida de áreas aptas, en cambio, fue explicada mayormente por el cambio en el uso del suelo (bosques transformados en pasturas) en ambos períodos considerados. Particularmente entre los años 2000 y 2015, las proyecciones del modelo evidenciaron bruscas pérdidas de aptitud del hábitat para la especie en Paraguay (departamento de Boquerón) y de allí hacia el sur en el norte y centro de Argentina (provincias de El Chaco y Santiago del Estero). Estos cambios coinciden con el aumento de las áreas chaqueñas transformadas a pasturas en Paraguay y a cultivos en Argentina entre los años mencionados (Volante et al, 2015). En relación a esto, Sala et al. (2000) señalan que la causa principal de pérdida de biodiversidad en diversos biomas del planeta está directamente relacionada con los cambios en el uso del suelo. Puntualmente la ecorregión del Chaco en Argentina (Burkart et al., 1999) es una de las unidades ambientales que mostró las tasas más altas de transformación de los ambientes naturales en los últimos años (Gasparri y Grau, 2009), lo que podría estar afectando intensamente la distribución de las especies que habitan esta región.

De esta manera, los resultados obtenidos en este estudio sugieren que tanto el clima como los cambios en la cobertura de la vegetación en la región del Gran Chaco Americano podrían haber influido en la expansión de la distribución de *T. tetradactyla*. De este modo, si bien la especie podría haber llegado a las Provincias de Córdoba y San Luis debido a que el cambio climático habría aumentado la aptitud del hábitat en esta zona, a su vez se produjeron grandes cambios en el uso del

suelo en el norte del país que podrían haber obligado a la especie a desplazarse buscando sitios más óptimos.

A pesar de la gran cantidad de estudios mastozoológicos que se están llevando a cabo en la actualidad en Argentina, el conocimiento sobre la distribución de *T. tetradactyla* es aún insuficiente. Esta situación constituye un inconveniente importante a la hora de tomar decisiones para su conservación. Si se consideran los ritmos actuales de transformación de los ecosistemas naturales y los cambios potenciales que puedan producirse a mediano y largo plazo a partir de los cambios climáticos globales, la obtención de buenas hipótesis de distribución para las especies es un requisito fundamental. Aunque esta contribución seguramente puede mejorarse mediante la adición de otras variables físico-ambientales, se observó a partir de la misma que la distribución de las áreas aptas para la especie estudiada en la región del Gran Chaco podría estar disminuyendo, por lo cual se espera que este trabajo constituya un punto de partida para la discusión de rasgos cuantitativos de su distribución que contribuyan a planes de conservación tanto a nivel nacional como provincial, en las áreas de expansión.

AGRADECIMIENTOS

Yo creo que fuimos nacidos hijos de los días, porque cada día tiene una historia y nosotros somos las historias que vivimos...Eduardo Galeano

Agradecer a los que formaron parte de cada uno de mis días en la Facultad y son parte de esta historia...

A mi director, Ricardo, por su compromiso, paciencia y dedicación para enseñarme y acompañarme durante este proceso.

A todos los que cansé preguntándoles sobre datos de presencia del osito melero.

A mi Mamá por ser mi ejemplo de perseverancia, esfuerzo y amor del más puro.

A mi Papá por apoyarme siempre, por confiar en que podía lograrlo y sobre todo por enseñarme a seguir adelante a pesar de lo que pase.

A Santi y Gon, mis hermanos por enseñarme a creer en mí a través de sus abrazos, por ser pilares fundamentales en mi vida, por darme la mano para caminar juntos.

A Ellos, mi gran familia, gracias infinitas porque sin Ustedes no hubiera podido.

A Luisina por viajar a mi lado ayudándome a "conquistar mi mundo".

A Maca por ese "nos vamos a ver hasta en la sopa" de aquel primer día de clases, que nunca

termina. Gracias por tu sostén infinito.

A Cami por más de 15 años de una hermosa amistad.

A Daniela Tamburini por los viajes de campo compartidos, tus enseñanzas y sobre todo por tu calidez humana para conmigo.

A Enzo por los viajes compartidos y largas caminatas.

A Carla Lábaque, por ser para mí un gran ejemplo de docente y de persona. Gracias Car por apoyarme y "apurarme" este último tiempo.

Al Zoológico de Córdoba, uno de mis lugares en el mundo, que tanto me desafió y me permitió crecer.

A Daniel, por nuestro amor incondicional, por ayudarme a levantarme cuando me caí, por darme fuerzas para seguir y por sobre todas las cosas por creer en que soy capaz de lograr esto y mucho más.

A Tomi, mi pícaro amor por tu sonrisa hermosa que me transmite fuerzas todos los días y por aguantar y entender a mamá cuando no podía tenerte en brazos en largos ratos de computadora.

Por último, a la Universidad Nacional de Córdoba por ser una casa de estudios pública, gratuita y de excelencia que me permitió formarme profesional y personalmente junto a grandes docentes y compañeros.

Gracias por formar parte de mi historia.

BIBLIOGRAFÍA

- Adámoli J, Sennhauser E, Acero JM., Rescia A (1990) Stress and Disturbance: Vegetation Dynamics in the Dry Chaco Region of Argentina Australian Perspectives and Intercontinental Comparisons. *Ecology* 17:491–500.
- Agüero, J.A, Vera Díaz, J.D. & González D. (2003). Presencia y características del hábitat asociadas a *Tamandua tetradactyla* en las sierras de Los Llanos de la Rioja, Argentina. En XVIII Jornadas Argentinas de Mastozoología, La Rioja, Argentina.
- Alsos I.G., ALM T., Normand, S. y Brochmann, C.(2009). Past and future range shifts and loss of diversity in dwarf willow (*Salix herbacea* L.) inferred from genetics, fossils and modeling. *Global Ecology and Biogeography* 18:223-239.
- Austin, A.; Piñeiro, G.; Gonzalez-polo, M. (2006). More is less: agricultural impacts on the N cycle in Argentina. *Biogeochemistry*. 79: 45–60
- Ayarragaray Tabuenca, M., Gomez Vinassa, M. L.y Fernández, N. C. (2018). Registros de oso melero (*Tamandua tetradactyla*) en la provincia de San Luis, Argentina. Ampliación del límite austral de la distribución de la especie. *Edentata* 19 (2018): 57–60.
- Baumann, M., Israel, C., Piquer-Rodríguez, M., Gavier-Pizarro, G., Volante, J. N., & Kuemmerle, T. (2017). Deforestation and cattle expansion in the Paraguayan Chaco 1987–2012. *Regional Environmental Change*, 17(4), 1179–1191.
<https://doi.org/10.1007/s10113-017-1109-5>
- Böhning-Gaese, K., Jetz, W., & Schaefer, H.-C. (2008), Impact of climate change on migratory birds: community reassembly versus. *Global Ecology and Biogeography*, 38-49.
- Borcard, D., Legendre, P., & Drapeau, P. (1992). Partialling out the Spatial Component of Ecological Variation Author (s): Daniel Borcard , Pierre Legendre and Pierre Drapeau Published by : Ecological Society of America. *Ecology*, 73(3), 1045–

1055. <https://doi.org/10.2307/1940179>

Boria, R. A., Olson, L. E., Goodman, S. M., & Anderson, R. P. (2014). Spatial filtering to reduce sampling bias can improve the performance of ecological niche models. *Ecological Modelling*, 275(May), 73–77.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2013.12.012>

Brown J & Lomolino M. (1998). *Biogeography*. Sinauer. New York.

Burkart R., Barbaro, N., Sanchez, R.O. y Gómez, D.A. (1999). *Eco-regiones de la Argentina*. Administración de Parques Nacionales, PRODIA.

Cabido, M., Zeballos, S. R., Zak, M., Carranza, M. L., Giorgis, M. A., Cantero J. J. & Acosta A. T. R. (2018). Native woody vegetation in central Argentina: Classification of Chaco and Espinal forests. *Applied Vegetation Science* 21: 298–311.

Canevari, M. & Vaccaro, O. (2007). *Editorial L.O.L.A*, Buenos Aires.

Chebez, J.C. (2009). *Otros que se van. Fauna argentina amenazada*. 552 pág., Ed. Albatros, Bs. As.

Díaz , M.M. & Barquez R.M. (2002). *Los mamíferos de Jujuy, Argentina*. 326 págs., Ed. L.O.L.A., Buenos Aires.

Duncan, R.P., Cassey P. y Blackburn, T.M. (2009). Do climate envelope models transfer? A manipulative test using dung beetle introductions. *Proceedings of the Royal Society B* 267:1449-1457.

Duraiappah, A., Naeem, S., Agardi, T., Ash, N., Cooper, D., Díaz, S. and others (eds.). (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. Island Press, Washington, DC, 100 pp.

F. Dormann, C., M. McPherson, J., B. Araújo, M., Bivand, R., Bolliger, J., Carl, G., Wilson, R. (2007). Methods to account for spatial autocorrelation in the analysis of species distributional data: A review. *Ecography*, 30(5), 609–628.

<https://doi.org/10.1111/j.2007.0906-7590.05171.x>

Farber, O., & Kadmon, R. (2003). Assessment of alternative approaches for bioclimatic modeling with special emphasis on the Mahalanobis distance. *Ecological Modelling*, 160(1–2), 115–130. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(02\)00327-7](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(02)00327-7)

Fischlin, A. & Midgley, G.F. (2007). Ecosystems, their properties, goods and services. In: Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, J.P., van der Linden, P.J. & Hanson, C.E. (eds.).

Fyllas, N.M. y Troumbis, A.Y. (2009). Simulating vegetation shifts in northeastern Mediterranean mountain forests under climatic change scenarios. *Global Ecology and Biogeography* 18:64-77.

Gasparri, N.I. y Grau, H.R. (2009). Deforestation and fragmentation of Chaco dry forest in NW Argentina (1972-2007). *Forest ecology and Management* 258:913-921.

Global Biodiversity Information Facility (2018). Pagina web visita en el año 2018: <https://www.gbif.org/>. GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.example-donotcite>

González, D., Albrecht, C.D., Rogel, T.G., Vera Díaz, J.D., Páez, P.C., Toledo, L.J. & Agüero, J.A. (2018). Actualización de la distribución del oso melero (*Tamandua tetradactyla*) en la Provincia de La Rioja. En XXXI Jornadas Argentinas de Mastozoología, La Rioja, Argentina.

Hamann, A., Wang, T., Spittlehouse, D. L., y Murdock, T. Q. (2013). A comprehensive, high-resolution database of historical and projected climate surfaces for western North America. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 94(9), 1307–1309. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00145.1>

Hansen, A.J., Neilson, R.P., Dale, V.H., Flather, C.H., Iverson, L.R., Currie, D.J., Shafer, S., Cook, R., Bartlein, P.J. (2001). Global change in forests: responses of species, communities, and biomes. *Bioscience* 51 (9), 765–779.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Cambio climático 2007: informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al Cuarto informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático, R. Pachauri y A. Reisinger (eds.).

IPCC, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2002). Cambio climático y biodiversidad. Documento técnico V del IPCC. ISBN: 92-9169-104-7

Julia, J. P.; Richard E. & Samaniego J. (1994). Notas sobre la distribución geográfica del oso melero (*Tamandua tetradactyla*, Xenarthra: Mirmecophagidae) en el Noroeste Argentino. Not. Faunísticas, 66: 1-4. Corrientes. ISSN 0327-0017.

Kuemmerle, T., Hickler, T., Olofsson, J., Schurgers, G., & Radeloff, V. C. (2012). Reconstructing range dynamics and range fragmentation of European bison for the last 8000 years. Diversity and Distributions, 18(1), 47-59.
<https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2011.00849.x>

Minetti, J.L.; W.M. Vargas; A.G. Poblete; L.R. Acuña y G. Casagrande. (2003). Non-linear trends and low frequency oscillations in annual precipitation over Argentina and Chile, 1931-1999. *Atmósfera*, 16: 119-135.

Mitchell, T. D., & Jones, P. D. (2005). An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids. *International Journal of Climatology*, 25(6), 693-712. <https://doi.org/10.1002/joc.1181>

Nogués-Bravo, D. (2009). Predicting the past distribution of species climatic niches. *Global Ecology and Biogeography*, 18(5), 521-531. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2009.00476.x>

Nuñez, M.N., Solman, S.A. y Cabré, M.F. (2008). Regional climate change experiments over southern South America. II: Climate change scenarios in the late twenty-first century. *Climate Dynamic* 32:1081-1095.

Ojeda, R. A., Chillo, V. y Diaz Isenrath, G. B. (2012). Libro Rojo de Mamíferos

Amenazados de la Argentina. SAREM.

Olson DM, Dinerstein E, Wikramanayake ED, Burgess ND, Powell GVN, Underwood EC et al. (2001) Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on Earth. *Bioscience* 51: 933–938.

Peres-Neto, P. R., Legendre, P., Dray, S., & Borcard, D. (2006). Variation partitioning of species data metrics: estimation and comparison of fractions. *Ecology*, 87(10), 2614–2625. <https://doi.org/10.2307/20069271>

Peterson, A. T. (2006). Uses and requirements of ecological niche models and related distributional models. *Biodiversity Informatics*, 3: 59-72.

Peterson, A. T. (2011). Ecological niches and geographic distributions. *Monographs in population biology*. <https://doi.org/10.5860/CHOICE.49-6266>

Peterson, A. T., Papes, M., Soberón, J. (2015). Mechanistic and Correlative Models of Ecological Niches. *European Journal of Ecology*, 1(2): 28-38

Peterson, A. T., Soberón, J. (2012). Species distribution modeling and ecological niche modeling- getting the concepts right. *Natureza & Conservação*, 10 (2): 102–107

Peterson, A. T., Soberón, J., Pearson, R. G., Anderson., R. P., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M., Araújo, M. B. 2011. Ecological Niches and Geographic Distributions. Princeton University Press. p. 316

Peterson, A. T., Soberón, J., Pearson, R. G., Anderson., R. P., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M., Araújo, M. B. (2011). Ecological Niches and Geographic Distributions. Princeton University Press. p. 316

Raes, N., & Ter Steege, H. (2007). A null-model for significance testing of presence-only species distribution models. *Ecography*, 30(5), 727–736. <https://doi.org/10.1111/j.2007.0906-7590.05041.x>

Rosenzweig M. (1995). Species diversity in space and time. Cambridge University Press.

Sala, O.E., Chapin, I.F., Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.H., Mooney, H.A., Oesterheld, M., Leroy Poff, N., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M. & Wall, D.H. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287 (5459), 1770–1774.

Sangermano, F. y Eastman, R. (2007). Linking GIS and Ecology: The Use of Mahalanobis Typicalities to Model Species Distribution. En G. D. Buzai (Ed.), *Memorias XI Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica*, Buenos Aires.

Sangermano, F., & Eastman, J. R. (2012). A GIS framework for the refinement of species geographic ranges. *International Journal of Geographical Information Science*, 26(1), 39–55. <https://doi.org/10.1080/13658816.2011.567987>

Schiappacasse, E., Rios, A., Fariñas Torres, T., Morales, R. & Beruhard, J. (2016) Nuevo registro de oso melero (*Tamandua tetradactyla*) en el NO de la provincia de Córdoba, Argentina. En *XXIX Jornadas Argentinas de Mastozoología*, San Juan, Argentina.

Shatz, A. J., Rogan, J., Sangermano, F., Ogneva-Himmelberger, Y., & Chen, H. (2013). Characterizing the potential distribution of the invasive Asian longhorned beetle (*Anoplophora glabripennis*) in Worcester County, Massachusetts. *Applied Geography*, 45, 259–268. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.10.002>

Sieber, A., Uvarov, N. V., Baskin, L. M., Radloff, V. C., Bateman, B. L., Pankov, A. B., & Kuemmerle, T. (2015). Post-Soviet land-use change effects on large mammals' habitat in European Russia. *Biological Conservation*, 191, 567–576. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.07.041>

Soberón, J. (2007). Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecology Letters*, 10(12), 1115–1123. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01107.x>

Soberón, J., Osorio-Olvera, O., Peterson, T. (2017). Diferencias conceptuales entre

modelación de nichos y modelación de áreas de distribución. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88: 437–441.

The Nature Conservancy (TNC), Fundación Vida Silvestre Argentina (FVSA), Fundación para el Desarrollo Sustentable del Chaco (DeSdel Chaco) & Wildlife Conservation Society Bolivia (WCS). (2005). *Evaluación Ecorregional del Gran Chaco Americano / Gran Chaco Americano Ecoregional Assessment*. Buenos Aires. Fundación Vida Silvestre Argentina

Torres, R. y Tamburini D. (2018). *Mamíferos de Córdoba y su estado de conservación*. Editorial de la UNC.

Torres, R., Monguillot, J., Bruno, G., Michelutti, P., & Ponce, A. (2009). Ampliación del límite austral de la distribución del oso melero (*Tamandua tetradactyla*) en la Argentina. *Nótulas Faunísticas*, 39, 1-5.

IUCN, Miranda, F., Fallabrino, A., Arteaga, M., Tirira, D.G., Meritt, D.A. & Superina, M. (2014). *Tamandua tetradactyla*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T21350A47442916. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T21350A47442916.en>

Vizcaíno, S.F., Abba A. & García Esponda C.M. (2006). Magnaorden Xenarthra Cope, 1889. En: Barquez, R., M. Díaz y R. A. Ojeda. *Mamíferos de Argentina. Sistemática y distribución*: 46-56, SAREM, San Miguel de Tucumán.

Volante, J., Mosciaro, J., Morales Poclava, M., Vale, L., Castrillo, S., Sawchik, J., Paruelo, J. 2015. Expansión agrícola en Argentina, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Chile entre 2000-2010: Caracterización espacial mediante series temporales de índices de vegetación. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias* 41 (2), 179-191.

Wang, T., Hamann, A., Spittlehouse, D. L., & Murdock, T. Q. (2012). ClimateWNA-high-resolution spatial climate data for western North America. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 51(1), 16–29. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-11-043.1>

Zak MR, Cabido M, Cáceres D, Díaz S (2008) What drives accelerated land cover change in central Argentina? Synergistic consequences of climatic, socioeconomic, and technological factors. *Environ Manage* 42:181–189. doi: 10.1007/s00267-008-9101-y

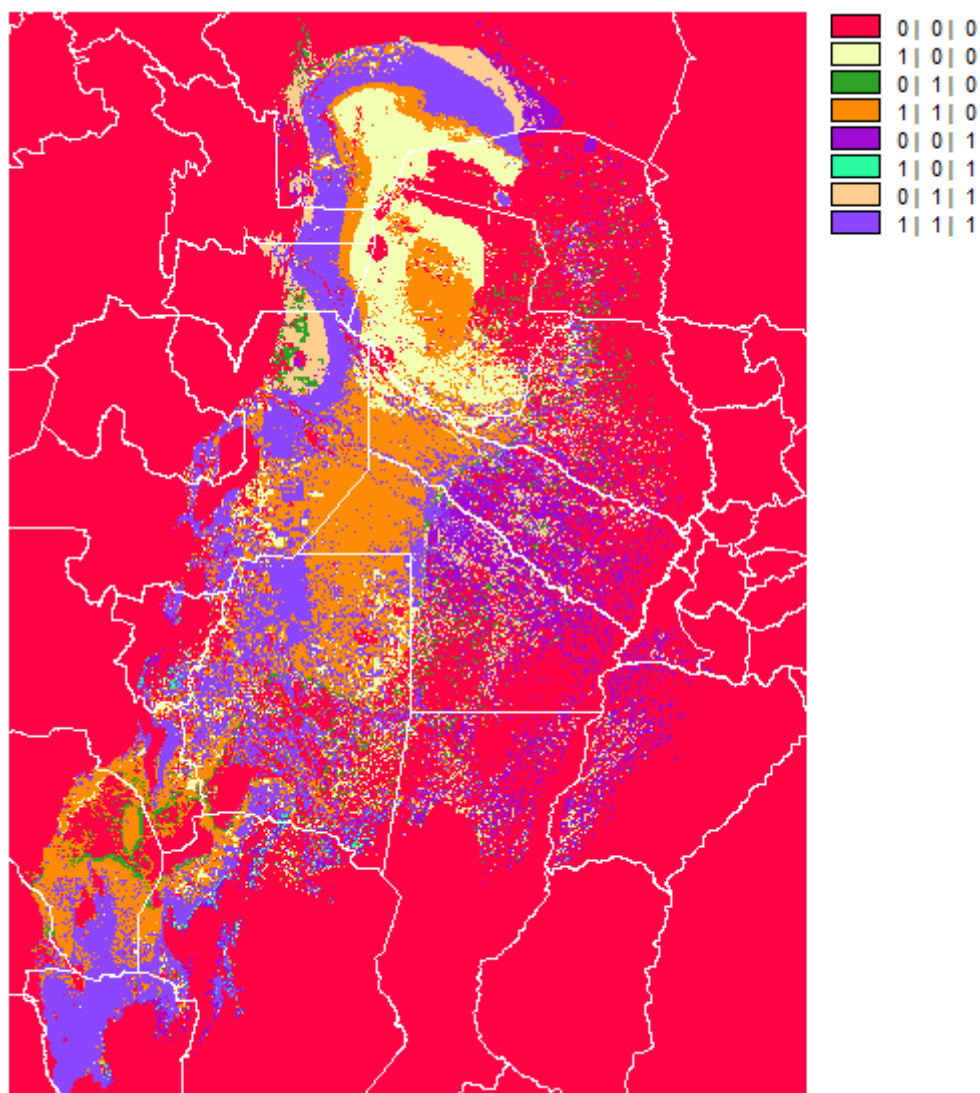
ANEXOS

Anexo 1: Localidades de ocurrencia utilizadas para modelar

Log.	Lat.	Año	Fuente
-56.41264	-24.612638	1979	GBIF
-57.045971	-26.01264	1979	GBIF
-65.512634	-25.304306	1980	Julia et al. 1994
-57.47097	-23.020973	1983	GBIF
-62.745972	-17.645971	1984	GBIF
-62.904305	-23.462639	1984	Julia et al. 1994
-63.079304	-20.812639	1985	GBIF
-58.637638	-23.712639	1985	GBIF
-60.320972	-25.970972	1987	GBIF
-62.879303	-24.179306	1989	Julia et al. 1994
-64.004303	-25.712639	1989	Julia et al. 1994
-62.22097	-18.745972	1990	GBIF
-62.570972	-19.920973	1990	GBIF
-64.204308	-24.720972	1991	Julia et. al 1994
-63.645973	-29.679306	1991	Torres et al. 2009
-64.695969	-30.087639	1991	García Capocasa (entrevista)
-63.929306	-25.845972	1992	Julia et al. 1994
-62.879303	-28.670973	2002	Torres et al. 2009
-66.270973	-30.620974	2002	González, 2018
-66.295975	-30.645973	2002	González, 2018
-66.012634	-30.979305	2002	González, 2018
-66.887634	-29.404306	2003	González, 2018
-66.229301	-30.554306	2003	González, 2018
-66.320969	-30.620974	2003	González, 2018
-66.23764	-30.895973	2003	González, 2018
-58.312637	-24.995972	2004	GBIF
-66.22097	-30.579306	2004	González, 2018
-58.120972	-28.03764	2005	GBIF
-66.287636	-30.562639	2005	González, 2018
-58.137638	-25.070972	2009	GBIF
-58.179306	-25.079306	2009	GBIF
-65.48764	-31.370974	2009	Torres et al. 2009
-65.920975	-32.395973	2009	GBIF
-58.137638	-28.045973	2010	GBIF
-66.879303	-30.054306	2012	González, 2018

-63.929306	-30.095972	2012	Secretaria de Ambiente Córdoba
-64.937637	-30.66264	2012	García Capocasa (entrevista a Conrado Rosacher)
-66.604301	-30.795973	2012	González, 2018
-64.529305	-29.76264	2014	García Capocasa (entrevista)
-64.887634	-30.179306	2014	García Capocasa (entrevista)
-65.295975	-31.379307	2014	Schiappacasse et al. 2016
-63.829304	-30.070972	2015	Diario La Voz
-64.179306	-30.495974	2015	Diario La Voz
-64.379303	-30.28764	2016	García Capocasa (entrevista)
-64.204308	-27.329306	2017	Ricardo Torres
-57.704304	-27.38764	2017	GBIF
-63.187637	-28.820972	2017	Ricardo Torres
-64.512634	-30.870974	2017	Diario La Voz
-66.22097	-33.187641	2017	Diario San Luis
-64.829308	-24.362638	2018	GBIF
-58.045971	-24.479305	2018	GBIF
-57.979305	-24.679306	2018	GBIF
-57.16264	-25.370972	2018	GBIF
-64.054306	-29.554306	2018	Bernardo Sonzini Ecoregistros
-64.504303	-30.204306	2018	García Capocasa (entrevista a Carolina Miras)

Anexo 2: Capa obtenida al combinar las áreas núcleo en el período considerado.



Las tres columnas en las referencias del mapa corresponden a los años considerados (de izquierda a derecha, 1985, 2000 y 2015), en donde 0 indica la ausencia de áreas núcleo y 1 la presencia de dichas áreas. Por ejemplo las áreas designadas en color celeste son áreas núcleo que estaban en 1985, se perdieron en 2000 y se recuperaron en 2015, mientras que el color amarillo indica áreas núcleo que estaban presentes en 1985 pero luego se perdieron.