

Trabajo de investigación

Distribución de los murciélagos *Tadarida brasiliensis* y su relación con factores ambientales en la Ciudad de Buenos Aires, 2014-2019

Distribution of *Tadarida brasiliensis* bats and its relationship with environmental factors in the City of Buenos Aires, 2014-2019

María Laura Isturiz*, María Florencia De Gennaro*, Víctor Hugo Castillo, Fernando Beltrán

Instituto de Zoonosis Luis Pasteur, Av. Díaz Vélez 4821, Ciudad Autónoma de Buenos Aires

e-mail: *mlauraisturiz@gmail.com; *mfdegennaro@yahoo.com

(Recibido: 30 de marzo 2022; aceptado: 9 de junio 2022)

RESUMEN

El objetivo del estudio fue analizar la distribución espacial y temporal de los murciélagos *Tadarida brasiliensis* en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires para establecer su asociación con factores ambientales como la temperatura media mensual, la densidad poblacional humana, la altura de las construcciones y la presencia de vegetación entre los años 2014 y 2019. Durante este período se estudiaron 1487 murciélagos derivados al Instituto de Zoonosis Luis Pasteur para el diagnóstico de rabia. Además, se evaluó la relación entre la presencia de casos positivos de rabia y estos factores. La información se presenta a través de mapas construidos con el software QGIS y la relación entre las variables se estima mediante un modelo Binomial negativo utilizando el software R. La distribución espacial de los murciélagos *T. brasiliensis* remitidos para el diagnóstico de la rabia está asociada a la altura de los edificios y a la densidad de población humana, pero no a la cubierta vegetal de la ciudad. La temperatura se manifiesta como un factor que influye en el número de muestras remitidas. En cuanto a las muestras con diagnóstico positivo para la rabia, no se observa una distribución espacial particular o agrupada durante el período de estudio. La investigación permite caracterizar la distribución de los murciélagos enviados para el diagnóstico de la rabia, lo que proporciona a los referentes en vigilancia epidemiológica una mejor información para las intervenciones de control y prevención de la rabia en la ciudad.

Palabras clave: murciélagos, factores ambientales, distribución espacial

INTRODUCCIÓN

Los murciélagos, del orden *Chiroptera*, son un grupo diverso de mamíferos encontrados en todos los continentes, excepto en las regiones polares y en ciertas islas¹. Algunas de las especies toleran los hábitats urbanos y hasta se favorecen de las construcciones humanas por

ABSTRACT

The aim of the study was to analyze the spatial and temporal distribution of *Tadarida brasiliensis* bats in the Autonomous City of Buenos Aires to establish their association with environmental factors such as monthly average temperature, human population density, building height and the presence of vegetation between 2014 and 2019. During this period, 1487 bats referred to the Luis Pasteur Zoonosis Institute for rabies diagnosis were studied. In addition, the relationship between the presence of positive rabies cases and these factors was evaluated. The information is presented through maps constructed with QGIS software and the relationship between the variables is estimated by a negative Binomial model using R software. The spatial distribution of *T. brasiliensis* bats referred for rabies diagnosis is associated with building height and human population density, but not with the vegetation cover of the city. Temperature manifests itself as an influencing factor in the number of samples submitted. As for the samples with positive diagnosis for rabies, no particular or clustered spatial distribution is observed during the study period. The research allows characterizing the distribution of bats sent for rabies diagnosis, which provides the administration with better information for rabies control and prevention interventions in the city.

Keywords: bats, environmental factors, spatial distribution

darles refugio y facilidad de acceso a su alimento². En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) esta situación en particular se presenta con la especie insectívora *T. brasiliensis*³, de la familia *Molossidae*. La ciudad se divide administrativamente en 48 barrios que tienen factores urbanísticos diferentes entre sí, con diversidad en la densidad poblacional, en la altura de las construcciones

y la presencia de vegetación, lo que podría condicionar la abundancia de murciélagos.

Existen estudios⁴⁻⁸ que sugieren que tanto las variables bióticas como abióticas afectan a la población de murciélagos. Se ha descubierto que algunas especies de murciélagos insectívoros usan los edificios para refugiarse y se alimentan de insectos atraídos por la luz emitida por las luces de la calle, estas especies utilizan ampliamente los hábitats urbanos. También se ven beneficiadas por la presencia de árboles y espacios verdes, que en las ciudades se presentan en forma de parches discontinuos. Las especies de murciélagos insectívoros de la familia *Molossidae* han mostrado una asociación positiva con las zonas urbanas, mientras que las especies de la familia *Vespertilionidae* se han registrado sobre todo en zonas rurales. Algunos autores refieren que la composición del paisaje (tipos de elementos y superficies habitables, cobertura vegetal) y su configuración (fragmentaciones del hábitat) influyen en la incidencia de enfermedades en las poblaciones de murciélagos, sugiriendo que existe una relación entre la ecología del paisaje y la epidemiología. En cuanto a la temperatura ambiental, Agnelli y col.⁹ refieren que ésta influye en la actividad de los quirópteros, ya que se produce un letargo en el período otoño-invierno y un reinicio de actividad de tipo reproductiva en primavera-verano. Se postula que este mamífero cae en sopor durante los meses de invierno debido a las bajas temperaturas ambientales y/o a la baja disponibilidad de insectos durante el período invernal. Además, durante la temporada verano-otoño, se pueden observar concentraciones de murciélagos en horas nocturnas en comportamiento de *swarming* (muchos individuos de diversas colonias se reúnen para intercambio de información y otros roles biológicos aún no comprendidos)⁹.

Por otro lado, los murciélagos cumplen un rol fundamental en el ciclo aéreo de la rabia, causada por el *Lyssavirus* de la familia *Rhabdoviridae*^{10,11}. En poblaciones urbanas, donde existe una convivencia estrecha entre las personas y especies sinantrópicas como los quirópteros, el riesgo de contraer la enfermedad se ve aumentado por la posibilidad de transmisión directa del murciélago al hombre o a animales domésticos que pueden actuar como transmisores incidentales. En CABA, la rabia se mantiene a través del ciclo aéreo siendo la prevalencia promedio anual de 5 % en los últimos años. La especie *T. brasiliensis* es su principal reservorio.

El Instituto de Zoonosis Luis Pasteur (IZLP), referente nacional de la Red de Laboratorios de Rabia, recibe murciélagos para su análisis en el marco de la vigilancia pasiva de esta enfermedad. En un estudio previo¹², el IZLP analizó 4095 murciélagos de los cuales 128 resultaron positivos al diagnóstico de rabia, observándose un pico de positividad durante los meses cálidos, entre enero y abril.

El presente estudio tiene como objetivo determinar los factores demográficos, urbanísticos y ambientales que influyen en la distribución espacio - temporal de los murciélagos de CABA remitidos para diagnóstico de rabia al IZLP entre los años 2014 y 2019.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional analítico retrospectivo para investigar la relación entre las variables densidad poblacional humana, altura promedio de las construcciones, cobertura vegetal y temperatura media mensual con la remisión de murciélagos al IZLP. Estas variables se elaboraron específicamente para la

investigación, ya que el sistema de vigilancia pasivo no recoge dicha información de manera sistemática.

Se construyó una base de datos con la información sobre los murciélagos *T. brasiliensis* remitidos al IZLP procedentes de algún lugar de la CABA, durante los años 2014 a 2019. Se consideraron “positivos” aquellos murciélagos que presentaron un diagnóstico de rabia positivo con las pruebas: inmunofluorescencia directa (IFD) y prueba biológica (inoculación en ratones lactantes) o IFD y Reacción en cadena de la polimerasa (PCR) o IFD y cultivo celular. En aquellos murciélagos en los cuales no se pudo realizar el diagnóstico por problemas en la integridad y/o conservación de la muestra, se consignaron como “sin diagnóstico”.

Se identificaron aquellas variables que pudieran estar asociadas a la presencia de murciélagos en la ciudad. Entre ellas, se consideró la densidad poblacional humana por barrio, la presencia de espacios verdes, descrita como porcentaje de cobertura vegetal por barrio y la altura promedio en pisos de las viviendas por barrio. Asimismo, se evaluó la temperatura media mensual como factor climático a relacionar con la recepción de las muestras.

Los datos sobre los murciélagos remitidos fueron obtenidos a partir de los registros de ingreso de muestras del IZLP. La densidad poblacional se obtuvo a partir del Censo 2010 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC)¹³ y el porcentaje de cobertura vegetal se extrajo del Informe de Cobertura Vegetal 2019 de la Dirección General de Datos, Estadística y Proyección Urbana de CABA¹⁴. La altura promedio en pisos de las viviendas por barrio se calculó a partir de los datos presentes en Relevamiento del Uso del Suelo (RUS) 2017, suministrados por Buenos Aires Data¹⁵. Los datos de temperatura fueron provistos por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Observatorio Buenos Aires¹⁶.

Para georreferenciar las muestras bajo estudio se transformó la ubicación (calle y numeración) a coordenadas geográficas utilizando el software estadístico libre R, a través del Geocoder basado en el servicio de USIG GCABA¹⁷, mediante la librería RUMBA. Las muestras con datos faltantes para su georreferencia fueron excluidas del análisis (ocho en total). Para presentar los datos geoespaciales se trabajó con capas vectoriales utilizando el Sistema de Información Geográfica de software libre y de código abierto, QGIS (3.10.0). Se construyeron mapas con la división política de los barrios de la CABA. Las variables bajo estudio se clasificaron en terciles, definiendo las categorías baja, media y alta. Para la variable densidad poblacional los límites superiores de cada tercil fueron: 11242, 16003 y 32515 hab/km². Para la altura promedio en pisos los límites superiores de cada tercil resultaron: 1.58, 1.92 y 3.93 piso. Para la cobertura vegetal los límites se establecieron en: 24.9, 30.1 y 76.2 %.

Para el análisis estadístico de los datos se trabajó con el software libre RStudio versión 4.1.0. Se analizó la relación entre la cantidad de murciélagos remitidos por barrio y las variables categorizadas mediante regresión de Poisson; al no cumplir el supuesto de media y varianza iguales se ajustó un modelo mediante regresión binomial negativa. Para la incorporación de cada variable en el modelo final se realizaron ajustes univariados. Se probaron interacciones entre las variables, resultando todas no significativas, por lo cual se procedió a realizar un ajuste múltiple aditivo con las variables densidad poblacional y altura promedio de las edificaciones por barrio. La cobertura vegetal no

resultó significativa en el primer análisis determinando su exclusión del modelo.

Se consideró la temperatura media mensual como factor climático a relacionar con la recepción de las muestras. Se construyeron líneas temporales para visualizar el comportamiento entre dicho factor y el número de murciélagos remitidos por mes.

RESULTADOS

En el período bajo estudio se procesaron para diagnóstico de rabia 1487 murciélagos, resultando 65 positivos, 1345 negativos y 77 a los que no se les pudo realizar el diagnóstico (Tabla 1).

Distribución espacial

En las Figuras 1, 2 y 3 se exponen los mapas que relacionan la procedencia de los murciélagos con los

factores demográficos, urbanísticos y ambientales, respectivamente.

La distribución geográfica de los murciélagos remitidos para análisis de rabia no es homogénea en el territorio estudiado: algunos barrios presentan gran cantidad de entidades de puntos, mientras que otros presentan muy pocos. Se puede observar que la mayor densidad de puntos ocurre en las zonas norte y centro de la CABA con preponderancia en los barrios Almagro, Caballito, Villa Crespo, Retiro y San Nicolás. Las muestras positivas a rabia, no revelaron una distribución particular o agrupada durante este período (Figuras 1, 2 y 3).

En la Tabla 2 se presentan los coeficientes estimados para la regresión binomial negativa con las variables que resultaron significativas.

Se excluyó del modelo la variable *cobertura vegetal* porque resultó no significativa ($p=0.4738$). Asimismo, se probó un modelo de interacción entre *densidad*

Tabla 1. Murciélagos ingresados al Instituto de Zoonosis Luis Pasteur clasificados por resultado al diagnóstico de rabia durante el período 2014-2019, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Año	Positivos	Negativos	Sin diagnóstico	Total
2014	7	178	0	185
2015	6	148	8	162
2016	6	184	10	200
2017	7	191	8	206
2018	17	263	28	308
2019	22	381	23	426
Total	65	1345	77	1487

Distribución de murciélagos y densidad poblacional por barrio Ciudad Autónoma de Buenos Aires

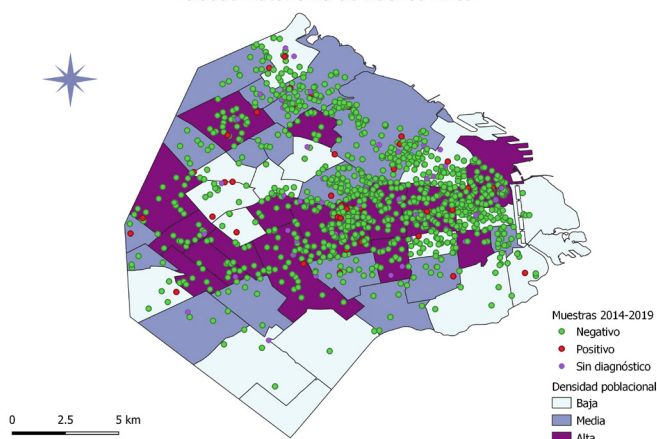


Figura 1. Distribución de murciélagos ingresados al Instituto de Zoonosis Luis Pasteur y densidad poblacional por barrio de procedencia de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Mapa de elaboración propia.

Distribución de murciélagos y altura de las construcciones por barrio Ciudad Autónoma de Buenos Aires

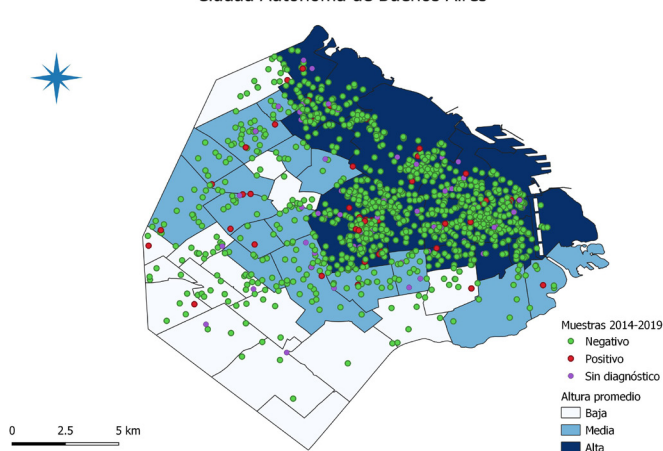


Figura 2. Distribución de murciélagos ingresados al Instituto de Zoonosis Luis Pasteur y altura de las construcciones por barrio de procedencia de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Mapa de elaboración propia.

Distribución de murciélagos y porcentaje de cobertura vegetal por barrio Ciudad Autónoma de Buenos Aires

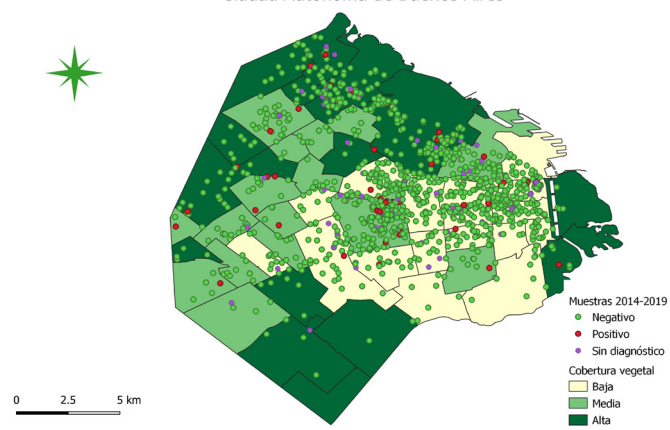


Figura 3. Distribución de murciélagos ingresados al Instituto de Zoonosis Luis Pasteur y porcentaje de cobertura vegetal por barrio de procedencia de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Mapa de elaboración propia.

Tabla 2. Coeficientes del modelo de regresión binomial negativo

Coeficientes	Estimado	Error estándar	Valor T	p- valor
(Intercepto)	1.5483	0.2125	7.285	5.00e-09
Densidad poblacional Media (11243 a 16003)	0.4348	0.2244	1.938	0.05924
Densidad poblacional Alta (mayor a 16003)	0.7365	0.2201	3.346	0.00171
Altura promedio en pisos Media (1.59 a 1.92)	0.6717	0.2286	2.938	0.00529
Altura promedio en pisos Alta (mayor a 1.92)	2.2203	0.2267	9.792	1.63e-12

poblacional y *altura de edificaciones por barrio*, el cual fue descartado por no resultar significativo ($p=0.601298$).

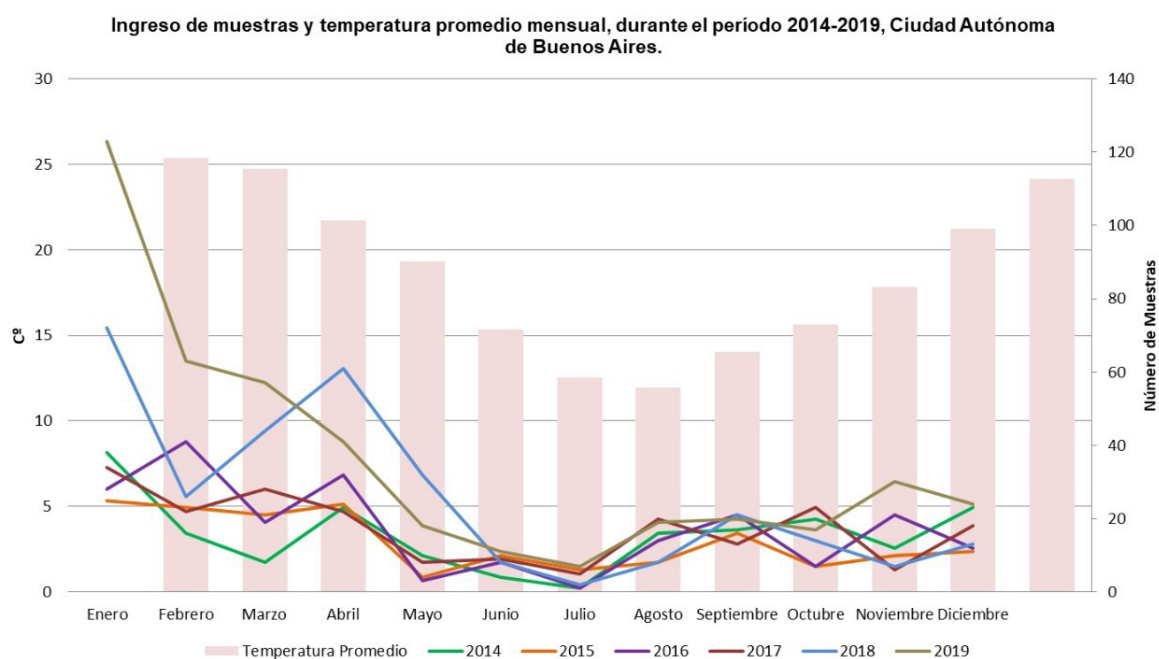
En relación a la variable *densidad poblacional*, se espera que al pasar de la categoría media a la alta, la cantidad de murciélagos remitidos aumente en un 108.8 % ($p=0.00171$). En relación a la variable *altura de edificaciones por barrio*, al pasar de la categoría baja a la categoría media se espera un incremento del 95 % ($p=0.00529$) en la cantidad de muestras remitidas; mientras que al subir de la categoría media a la alta, el incremento será del 821 % ($p=1.63e-12$).

Distribución temporal

En la Figura 4 se muestra la temperatura media mensual versus la cantidad de muestras remitidas por mes a lo largo del período en estudio discriminado por año. Se puede observar que hay una mayor remisión de muestras en el período estival e inicio del otoño. En la Tabla 3 se expone la distribución temporal mensual de las muestras con resultado positivo a rabia. Los resultados indican que la mayoría de los casos positivos también ocurren durante el verano y principios del otoño.

Tabla 3. Murciélagos ingresados al Instituto de Zoonosis Luis Pasteur positivos al diagnóstico de rabia clasificados por cada mes de cada año, durante el período 2014-2019, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Mes	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
Positivos	10	8	14	9	4	2	0	2	4	4	5	3

**Figura 4.** Ingreso de murciélagos al Instituto de Zoonosis Luis Pasteur vs temperatura promedio mensual en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires durante el período 2014-2019

DISCUSIÓN

La distribución de los murciélagos *T. brasiliensis* remitidos está relacionada a la altura de edificación y a la densidad poblacional humana, no así a la cobertura vegetal. Asimismo, la temperatura parece estar relacionada a la dinámica de los murciélagos observándose una menor remisión de muestras en los meses fríos y mayor en los meses cálidos. Esto coincide con lo postulado en otros estudios sobre la existencia de un período de letargo invernal.

La riqueza de especies de murciélagos en la CABA es baja y está dominada por *T. brasiliensis*, representada en el 99 % de los murciélagos remitidos al IZLP. La presencia predominante de esta especie se observa en otras grandes ciudades⁵.

Este estudio pone en relieve la relación entre las características propias de las grandes urbes y la presencia de murciélagos que se benefician de ellas, en particular la especie *T. brasiliensis* que fue objeto de este estudio. En concordancia con otras investigaciones sobre murciélagos de la familia *Molossidae*, como el *Tadarida teniotis*, ambas especies se refugian naturalmente en grietas y en el caso de grandes urbes aprovechan las grietas verticales u otras fisuras estrechas en las paredes de edificios altos, imitando así el tipo de refugios disponibles en entornos no urbanos. Una ventaja clara que ofrecen los asentamientos urbanos a los murciélagos que se adaptan a posarse en edificios es la gran disponibilidad de hábitat de descanso, en particular para aquellos que pueden usar espacios estrechos².

En otros estudios también se ha modelado la presencia de murciélagos en las grandes urbes en función de la proximidad a espejos de agua, la luminosidad aportada por luminarias y el *efecto borde* (efecto producido por la interrupción de la continuidad de hábitats adyacentes)^{5, 8}. Sería interesante incluir estas variables en futuros estudios para ampliar el

conocimiento sobre la distribución de murciélagos en la CABA.

Vincular la distribución de las especies a los factores ambientales es un objetivo importante en epidemiología, actualmente se desarrollan modelos de nichos ecológicos para mapear el riesgo potencial de enfermedades. Este estudio pretende ser un disparador para producir mapas de riesgo de rabia en la CABA que faciliten las acciones de prevención y control de dicha enfermedad. Si bien las variables planteadas en estos modelos no se pueden controlar o eliminar para disminuir el riesgo, es necesario investigarlas para definir áreas en las cuales se deba intervenir mediante vigilancia activa, inmunización y educación para la salud.

Las limitaciones del estudio son propias de las fuentes de datos disponibles para el análisis, ya que no se realizó un muestreo sistemático de murciélagos, sino que se trabajó únicamente con aquellos remitidos al IZLP para vigilancia pasiva de rabia.

Presentación previa

Presentado previamente en la Conferencia XXXII RITA “Raiva nas Américas 2021”.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés.

Consideraciones éticas

Este estudio cumple con lo establecido en la “Guía para la categorización de riesgo en investigaciones en salud” de la CABA. Se considera una investigación con riesgo mínimo. Se ajusta al artículo 3.B, inciso a. “Investigaciones retrospectivas que utilizan datos identificados o muestras biológicas identificadas.”

REFERENCIAS

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Investigating the role of bats in emerging zoonoses: Balancing ecology, conservation and public health interests. Edited by S.H. Newman, H.E. Field, C.E. de Jong and J.H. Epstein. FAO Animal Production and Health Manual No. 12. Rome. 2011.
2. Russo D, Ancillotto L. Sensitivity of bats to urbanization: a review. *Mamm Biol.* 2015; 80(3), 205–212.
3. Barquez R, Díaz M. Nueva guía de los Murciélagos de Argentina. Publicación Especial N° 3 –Programa de Conservación de los Murciélagos de Argentina (PCMA), Tucumán, Argentina. 2020.
4. Brito-Hoyos D, Brito Sierra E, Álvarez Villalobos R. Distribución geográfica del riesgo de rabia de origen silvestre y evaluación de los factores asociados con su incidencia en Colombia, 1982-2010. *Rev Panam Salud Pública.* 2013; 33(1) 8-14.
5. Krauel J, LeBuhn G. Patterns of bat distribution and foraging activity in a highly urbanized temperate environment. *PLoS ONE.* 2016; 11(12): e0168927.
6. Ostfeld RS, Glass GE, Keasing F. Spatial epidemiology: an emerging (or re-emerging) discipline. *Trends ecol evol.* 2005; 20(6), 328–336.
7. Escobar LE, Peterson AT, Papeş M, Favi M, Yung V, Restif O, y col. Ecological approaches in veterinary epidemiology: mapping the risk of bat-borne rabies using vegetation indices and night-time light satellite imagery. *Vet Res.* 2015; 46(1), 92.
8. Rodríguez-Aguilar G, Orozco-Lugo CL, Vleut I, Vazquez LB. Influence of urbanization on the occurrence and activity of aerial insectivorous bats. *Urban Ecosyst* 2017;20(2):477-488. DOI: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-016-0608-3>.
9. Agnelli P, Russo D, Martinoli M (a cura di), 2008. Linee guida per la conservazione dei Chiroterteri nelle costruzioni antropiche e la risoluzione degli aspetti conflittuali connessi. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Gruppo Italiano Ricerca Chiroterteri e Università degli Studi dell'Insubria. Disponible en: <https://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00006700/6769-28-qcn-linee-guida-chiroterteri.pdf>
10. Rupprecht C E, Hanlon C A, Hemachudha T. Rabies re-examined. *Lancet Infect Dis.* 2002; 2(6), 327–343.
11. O'Shea T, Cryan P, Cunningham A, Fooks A, Hayman D, Luis A, Peel A y col. Bat Flight and Zoonotic Viruses. *Emerg Infect Dis.* 2014; Vol. 20 (5): 741-745. DOI: <http://dx.doi.org/10.3201/eid2005.130539>

12. Gury Dohmen FE, Lencinas OE, Mena Segura CA, Caraballo DA, Presteria NE, Risiglione JP, Beltrán FJ. Rabies in insectivorous bat in the city of Buenos Aires. 2018. Rabies in the Americas Conference, CABA.
13. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. [Consultado el 5 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.indec.gov.ar/indec/web/Nivel4-CensoProvincia-999-999-02-999-2010>.
14. Informe de Cobertura Vegetal: Relevamiento de la superficie de masa vegetal de la Ciudad. 2019. [Consultado el 17 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.buenosaires.gov.ar/planeamiento/noticias/informe-de-cobertura-vegetal-un-relevamiento-de-la-superficie-de-masa-vegetal>.
15. Relevamiento Usos del Suelo. 2017. [Consultado el 22 de julio de 2020]. Disponible en: <https://www.buenosaires.gov.ar/jefaturadegabinete/desarrollo-urbano/informacion-para-tu-proyecto/relevamiento-usos-del-suelo>.
16. Temperatura media, máxima media y mínima media (°C). Ciudad de Buenos Aires. Enero 1991 / abril 2021. [Consultado el 2 de agosto de 2020]. Disponible en: <https://www.estadisticaciudad.gov.ar/eyc/?p=27702>.
17. Unidad de Sistemas de Información Geográfica. [Consultado el 22 de julio de 2020]. Disponible en: <http://usig.buenosaires.gov.ar/>



Este artículo está bajo una Licencia Creative Commons. Atribución-No Comercial-Sin Derivadas 4.0 Internacional <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>