LUZ 2025

MEMORIAS



XVII Jornadas Argentinas de Luminotécnia

Ciudad de Mendoza, Argentina

10,11 y 12 de septiembre 2025

ILUMINANDO DESDE EL SUR

AADL

CONICET INAHE

Memorias Luz 2025: memorias de las XVII Jornadas Argentinas de Luminotecnia /
Marta Micaela Gómez ... [et al.];
Compilación de Jorge Gonella ; Roberto Rodríguez. - la ed. compendiada. -
Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Asociación Argentina de Luminotecnia - AADL, 2026.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga
ISBN 978-631-90632-1-9

1. Iluminación. 2. Diseño. 3. Arquitectura . I. Gómez, Marta Micaela II. Gonella,
Jorge, comp. III. Rodríguez, Roberto, comp.
CDD 720



L U Z 2 0 2 5
XVII Jornadas Argentinas de Luminotecnia
"Iluminando desde el sur"

Iluminación en parques y plazas del Gran San Miguel de Tucumán: tecnologías empleadas y potenciales impactos sobre murciélagos urbanos

Bárbara Silva
Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión, Universidad Nacional de Tucumán - CONICET, Tucumán, Argentina.
Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Facultad de Cs. Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina.
bsilva@herrera.unt.edu.ar

Camila S. González Noschese
Instituto de Investigaciones de Biodiversidad Argentina, Facultad de Cs. Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina.
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.
camilasgn.95@gmail.com

M. Leonor Sandoval Salinas
Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión, Universidad Nacional de Tucumán - CONICET, Tucumán, Argentina.
Instituto de Investigaciones de Biodiversidad Argentina, Facultad de Cs. Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina.
maritisandoval@yahoo.com.ar

Resumen

En continuidad con un estudio previo sobre actividad de murciélagos en espacios verdes del Gran San Miguel de Tucumán, en el que se observó mayor riqueza y actividad en sitios con altos niveles de iluminación artificial, esta etapa aborda la caracterización técnica del alumbrado público en esos sitios. El relevamiento se realizó con apoyo de equipos técnicos municipales y datos de fabricantes, analizando tipo de tecnología (LED, sodio de alta presión, halogenuros metálicos), potencia y temperatura de color correlacionada (CCT).

Se detectó una coexistencia de tecnologías, predominando luminarias LED con CCT entre 4000 K y 6000 K, cuyo espectro presenta un pico en el azul (~450 nm). También se encontraron lámparas de sodio, con emisión concentrada en el rango amarillo-anaranjado (<3000 K). Estas diferencias espectrales pueden incidir en el comportamiento de murciélagos insectívoros, ya sea por su sensibilidad a ciertas longitudes de onda o por efectos indirectos sobre las poblaciones de insectos de las que se alimentan.

Este estudio técnico preliminar permitirá, en futuras etapas, vincular el tipo de alumbrado con indicadores de biodiversidad urbana, generando evidencia local para la planificación y gestión sustentable de la iluminación en áreas urbanizadas.

Abstract

Following a previous study on bat activity in green spaces of Greater San Miguel de Tucumán—which revealed higher species richness and activity in areas with elevated artificial light levels—this phase focuses on a technical characterization of the public lighting in these sites. The survey was conducted in collaboration with municipal technical teams and manufacturer data, analyzing lighting technology types (LED, high-pressure sodium, metal halide), power, and correlated color temperature (CCT).

A coexistence of technologies was identified, with LED fixtures (CCT 4000–6000 K) predominating; their emission spectra peaked in the blue range (~450 nm). Sodium-vapor lamps, with emissions concentrated in the yellow-orange spectrum

(<3000 K), were also documented. These spectral differences may influence the behavior of insectivorous bats, either through direct sensitivity to specific wavelengths or indirect effects on their insect prey populations.

This preliminary technical study will enable future stages to correlate lighting types with urban biodiversity indicators, generating localized evidence to guide sustainable urban lighting planning and management.

Palabras claves: biodiversidad urbana, iluminación urbana, murciélagos insectívoros.

I. INTRODUCCIÓN

La iluminación artificial nocturna (ALAN, por sus siglas en inglés) puede alterar el comportamiento de las especies nocturnas, provocando atracción, evasión o desorientación [1]. En entornos urbanos, la fauna silvestre está particularmente expuesta a estos impactos [2]. Los murciélagos insectívoros, que suelen representar una parte importante de la quiropterofauna urbana [3,4], utilizan tanto la ecolocalización como la visión para desplazarse, lo que los hace sensibles a los cambios en el paisaje lumínico [5,6].

Diversos estudios muestran que las respuestas de los murciélagos a la ALAN son especie-específicas y dependen tanto de la intensidad como del tipo y color de la luz [7-9]. Algunas especies incrementan su actividad en torno a las luminarias mientras que otras la reducen [10-12]. Estas respuestas pueden deberse a la sensibilidad diferencial de sus fotorreceptores [13], con el comportamiento de los insectos de los que se alimentan —que suelen ser atraídos por la iluminación [14]—, o con la necesidad de evitar a posibles predadores [15,16]. En particular, las respuestas a la luz artificial varían notablemente en función del estilo de vuelo: murciélagos de vuelo lento y maniobrable, que suelen forrajear en espacios cerrados, tienden a evitar consistentemente las áreas iluminadas, mientras que especies de vuelo más rápido, típicos de espacios abiertos, pueden mostrar mayor actividad cerca de ciertas luminarias [17]. En este sentido, conocer los niveles de iluminación, la composición espectral y la distribución del alumbrado público se vuelve clave para evaluar sus efectos ecológicos y orientar estrategias de gestión urbana que consideren la conservación de la biodiversidad [18,19].

Anteriormente, se realizó un análisis cualitativo de espacios verdes urbanos y un registro de actividad acústica de murciélagos insectívoros [20].

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de un estudio exploratorio que se realizó para evaluar la riqueza de especies de murciélagos insectívoros y su actividad relativa, en espacios verdes en áreas urbanas en el gran San Miguel de Tucumán, poniendo el foco en su relación con las tecnologías de iluminación existentes en esos sitios.

II. METODOLOGÍA PARA EL MUESTREO

Para este trabajo se seleccionaron ocho espacios verdes ubicados en áreas urbanas en el gran San Miguel de Tucumán (Fig. 1), distribuidos en las ciudades de San Miguel de Tucumán (seis), Yerba Buena (uno) y Lules (uno). En esos sitios, se registraron la actividad acústica de murciélagos y los niveles de iluminación. Posteriormente, se indagó sobre la tecnología de la iluminación presente en cada uno. A continuación, se detallan los datos relevados.

A. Espacios verdes

Para este estudio, se seleccionaron los siguientes espacios verdes (plazas y parques):

- En San Miguel de Tucumán (SMT), de este a oeste: Parque 9 de Julio; Plaza Independencia; Plaza Urquiza; Plaza San Martín; Parque Avellaneda; Parque Batalla de Tucumán (conocido como Parque Guillermina).
- En Yerba Buena (YB): Parque Percy Hill.
- En Lules (L): Plaza 9 de Julio.



Fig. 1: Los espacios verdes elegidos se encuentran en el Gran San Miguel de Tucumán (círculo verde), en la región del noroeste de Argentina.

B. Registro de actividad acústica

La actividad acústica se registró con un dispositivo portátil de la marca *Wildlife Acoustics* modelo *Echo Meter Touch 2* que, conectado a un

smartphone y mediante una *app* que proporciona el fabricante, permite la detección y grabación de vocalizaciones de murciélagos en formato de audio de alta frecuencia. Las grabaciones fueron posteriormente procesadas con el *software Raven Pro 1.6*, extrayendo parámetros espectrales (frecuencia de inicio, frecuencia final, frecuencia de máxima energía) y temporales (duración de la vocalización, intervalo entre pulsos). Con base en estos parámetros, se determinó la identidad específica de los individuos registrados.

A partir de las grabaciones realizadas con el dispositivo portátil Echo Meter Touch 2, se calculó un índice de actividad acústica (IA), como se expresa en (1).

$$IA(\%) = \frac{MGE}{MGT}.100 \qquad (1)$$

donde MGE son los minutos de grabación efectiva (aquellos bloques de un minuto en los que se detectó la presencia de murciélagos) y MGT son los minutos de grabación totales obtenidos en cada sitio.

C. Iluminancia y tipos de tecnología en luminarias

Los niveles de iluminación fueron tomados con un luxómetro marca TES-1335, a una altura de 1.5 metros desde el suelo, bajo las diferentes luminarias que se identificaron en cada uno de los sitios.

Para relevar las tecnologías presentes en los puntos de medición, se registraron las ubicaciones de las luminarias, se tomaron fotografías y se realizó una caracterización *in situ*. Adicionalmente, se solicitó información a los responsables de la iluminación de cada ciudad, es decir, a funcionarios/as de las respectivas municipalidades para constatar la correcta identificación del tipo de tecnología (por ejemplo, LED, HPS, MH, etc.).

III. RESULTADOS

A. Actividad acústica y riqueza de especies

Se registró una riqueza total de 11 especies de murciélagos insectívoros, tanto de vuelo rápido como de vuelo lento, pertenecientes a dos familias: Vespertilionidae y Molossidae (TABLA I).

B. Iluminación y actividad acústica

Los niveles promedio de iluminancia en cada uno de los sitios muestreados son variables (Fig. 2). En cuanto a la tecnología de iluminación utilizada, se observa que, en algunos parques, coexisten otras tecnologías además de la iluminación LED, que es la tecnología dominante (TABLA II).

TABLA I: Actividad acústica registrada en cada uno de los espacios verdes estudiados y presencia (x) o ausencia (–) de murciélagos de vuelo rápido (MVR) y de vuelo lento (MVL) en cada sitio. Los valores del índice de actividad (IA) corresponden al total de registros, sin diferenciar entre grupos de especies.

Espacios verdes	IA total[a]	MVR[b]	MVL[c]
Parque 9 de Julio (SMT)	58,89%	x	x
Plaza Independencia (SMT)	24,44%	x	-
Plaza Urquiza (SMT)	12,22%	x	-
Plaza San Martín (SMT)	35,56%	x	-
Parque Avellaneda (SMT)	23,33%	x	-
Parque Guillermina (SMT)	38,89%	x	x
Parque Percy Hill (YB)	35,56%	x	x
Plaza 9 de Julio (L)	28,89%	x	-

[a] IA total: Índice de actividad acústica total del ensamble de murciélagos.

[b] MVR: murciélagos de vuelo rápido (molósidos y *Lasiurus*).

[c] MVL: murciélagos de vuelo lento (vespertiliónidos y *Molossops temminckii*).

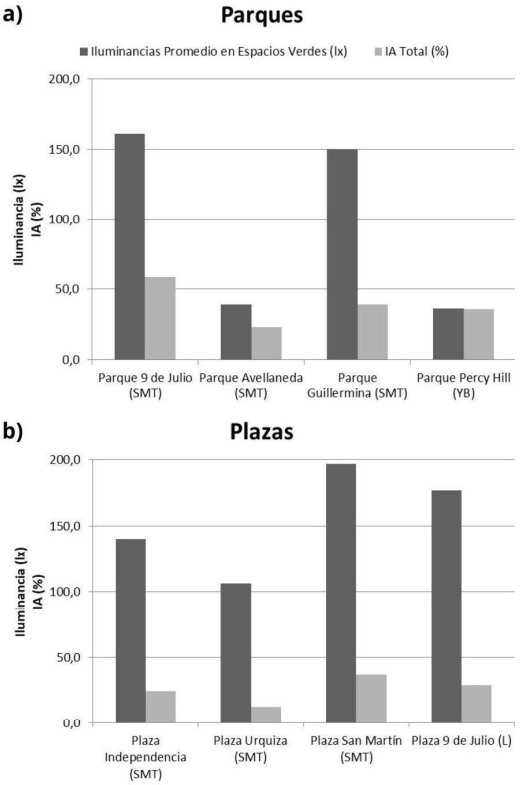


Fig. 2: Iluminancias y actividad acústica (IA) en dos categorías de espacios verdes: a) parques, y b) plazas en el Gran San Miguel de Tucumán.

TABLA II: Tecnologías de iluminación existentes en los espacios verdes muestreados en el Gran San Miguel de Tucumán.

Espacios verdes	Tecnologías existentes	
	Mayoría	Minoría
Parque 9 de Julio (SMT)	LED	-
Plaza Independencia (SMT)	LED	RGB(B)[a]
Plaza Urquiza (SMT)	LED	-
Plaza San Martín (SMT)	LED	-
Parque Avellaneda (SMT)	LED	HPS[b]
Parque Guillermina (SMT)	LED	HPS[b]
Parque Percy Hill (YB)	LED	MH[c]
Plaza 9 de Julio (L)	LED	-

[a] RGB (B): RGB azulados.

[b] HPS: Sodio de alta presión.

[c] MH: Mercurio halogenado.

Si se comparan los espacios verdes categorizados como plazas con aquellos categorizados como parques, se observa que las plazas presentan niveles de iluminancia superiores a los de los parques (Figs. 2 y 3) y que los mayores valores de IA se registraron en los parques (Figs. 2 y 3).

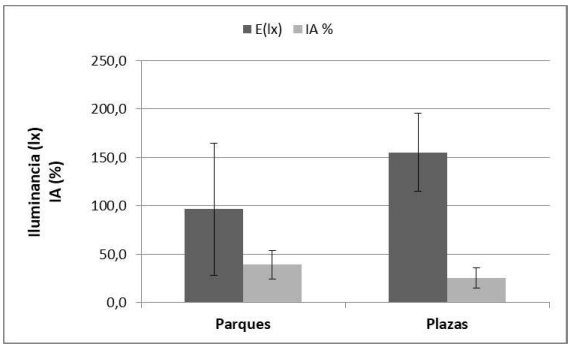


Fig. 3: Iluminancias y actividad acústica (IA) promedios para parques y plazas en el Gran San Miguel de Tucumán.

IV. CONCLUSIONES

En este estudio logramos identificar 11 especies de murciélagos insectívoros, con un índice de actividad acústica (IA) que varió entre 12,22 % y 58,89 % en las plazas y parques evaluados en el Gran San Miguel de Tucumán.

En todos los sitios analizados se registró el uso de tecnología LED, y la tendencia observada sugiere una transición hacia su implementación casi exclusiva; sin embargo, aún persisten otras tecnologías (HPS o MH), especialmente en tres de los cuatro parques evaluados, en coincidencia con aquellos sitios donde se registró una alta actividad acústica de murciélagos. En cuanto a los niveles de iluminación, los valores promedio parecen ser mayores en las plazas que en los parques. Esto podría deberse, por un lado, a las dimensiones de estos espacios, de manera que en los parques el interior queda frecuentemente alejado de las principales fuentes de luz; y, por otro, a las características de la matriz urbana en la que se encuentra inmersa cada una de las plazas y parques analizados en nuestro estudio.

Los resultados obtenidos constituyen los primeros registros de murciélagos urbanos mediante métodos acústicos en la región, considerando el efecto potencial de la iluminación artificial sobre la fauna silvestre en espacios verdes urbanos. Si bien estos hallazgos no son concluyentes, representan una primera aproximación para entender los posibles impactos de la iluminación artificial en la biodiversidad urbana y ofrecen una base para estudios futuros que integren variables lumínicas, ecológicas y de planificación urbana.

V. RECONOCIMIENTOS

Agradecemos al personal de las municipalidades de San Miguel de Tucumán, Yerba Buena y Lules por ayudarnos a corroborar el tipo de tecnología de las luminarias en los espacios verdes estudiados.

VI. REFERENCIAS

[1] Gaston K. J., Bennie J., Davies T. W., Hopkins J. (2013). The ecological impacts of nighttime light pollution: a mechanistic appraisal: nighttime light pollution. Biol Rev 88(4):912-927.

[2] Koen E. L., Minnaar C., Roever C. L., Boyles J. G. (2018). Emerging threat of the 21st century lightscape to global biodiversity. Glob Change Biol 24(6):2315-2324.

[3] Hourigan C. L., Catterall C. P., Jones D., Rhodes M. (2010). The diversity of insectivorous bat assemblages among habitats within a subtropical urban landscape: bat diversity in a subtropical city. Austral Ecol 35(8):849-857.

[4] Santini L., González-Suárez M., Russo D., Gonzalez-Voyer A., Hardenberg A,, Ancillotto L, (2019), One strategy does not fit all: determinants of urban adaptation in mammals. Ecol Lett 22(2):365-376.

[5] Müller B., Glösmann M., Peichl L., Knop G. C., Hagemann C., Ammermüller J. (2009). Bat eyes have ultraviolet-sensitive cone photoreceptors. PLoS ONE 4(7):e6390.

[6] Xuan F., Hu K., Zhu T., Racey P., Wang X., Zhang S., Sun Y. (2012). Immunohistochemical evidence of cone-based ultraviolet vision in divergent bat species and implications for its evolution. Comp

Biochem Physiol B: Biochem Mol Biol 161(4):398-403.

[7] Stone E. L., Harris S., Jones G. (2015a). Impacts of artificial lighting on bats: a review of challenges and solutions. Mamm Biol 80(3):213-219.

[8] Stone E. L., Wakefield A., Harris S., Jones G. (2015b). The impacts of new street light technologies: experimentally testing the effects on bats of changing from low-pressure sodium to white metal halide. Philosophical Transact Royal Soc B: Biolog Sci 370(1667):20140127.

[9] Spoelstra K., van Grunsven R. H. A., Ramakers J. J. C., Ferguson K. B., Raap T., Donners M., Veenendaal E. M., Visser M. E. (2017). Response of bats to light with different spectra: light-shy and agile bat presence is affected by white and green, but not red light. Proceed Royal Soc B: Biolog Sci 284(1855):20170075.

[10] Russo D., Ancillotto L., Cistrone L., Libralato N., Domer A., Cohen S., Korine C. (2019). Effects of artificial illumination on drinking bats: a field test in forest and desert habitats. Anim Conserv 22(2):124-133.

[11] Haddock J. K., Threlfall C. G., Law B., Hochuli D. F. (2019a). Light pollution at the urban forest edge negatively impacts insectivorous bats. Biol Cons 236:17-28.

[12] Hooker J., Lintott P., Stone E. (2022). Lighting up our waterways: impacts of a current mitigation strategy on riparian bats. Environ Pollut 307:119552.

[13] Longcore T., Rich C. (2016). Ecological and organismic effects of light pollution. En eLS (pp. 1-8).

[14] van Langevelde F., Ettema J. A., Donners M., WallisDeVries M. F., Groenendijk D. (2011). Effect of spectral composition of artificial light on the attraction of moths. Biol Cons 144(9):2274-2281.

[15] Cravens Z. M., Brown V. A., Divoll T. J., Boyles J. G. (2018). Illuminating prey selection in an insectivorous bat community exposed to artificial light at night. J Appl Ecol 55(2):705-713.

[16] Lockett M. T., Jones T. M., Elgar M. A., Gaston K. J., Visser M. E., Hopkins G. R. (2021). Urban street lighting differentially affects community attributes of airborne and ground-dwelling invertebrate assemblages. J Appl Ecol 58(10):2329-2339.

[17] Barré K., Thomas I., Le Viol I., Spoelstra K., Kerbiriou C. (2023). Manipulating spectra of artificial light affects movement patterns of bats along ecological corridors. Anim Conserv 26(6):865-875.

[18] Fuller R. A., Irvine K. N., Devine-Wright P., Warren P. H., Gaston K. J. (2007). Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. Biol Let 3(4):390-394.

[19] Keniger L., Gaston K., Irvine K., Fuller R. (2013) What are the benefits of interacting with nature? Int J Environ Res Public Health 10(3):913-935.

[20] González Noschese C. S., Sandoval Salinas M. L., Silva B., Díaz M. M. (2024). Respuesta de los murciélagos insectívoros (Mammalia: Chiroptera) a la urbanización en la provincia de Tucumán, Argentina. Libro de resúmenes. Editor: Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos (SAREM), XXXV Jornadas Argentinas de Mastozoología, San Luis, Argentina.

[21] Miller B. W. (2001). A method for determining relative activity of free flying bats using a new activity index for acoustic monitoring. Acta Chiropterol 3(1):93-105.

VII. BIOGRAFÍAS



Bárbara Silva: Doctora en Medio Ambiente Visual e Iluminación Eficiente, Ingeniera Electrónica y Especialista en Medio Ambiente Visual e Iluminación Eficiente (MAVILE). Profesional Adjunta (CPA-CONICET), responsable del Laboratorio de Radiometría y Colorimetría en el Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (ILAV - UNT CONICET). Docente de grado y posgrado en el Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión (DLLyV) en la Facultad de Cs. Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán (FACET-UNT) y miembro de la Comisión Académica de la Especialización en MAVILE.



Camila S. Gonzalez Noschese: Licenciada en Ciencias Biológicas egresada de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP). Becaria Doctoral CONICET en el Programa de Investigaciones de Biodiversidad Argentina (PIDBA), Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo (FCNeIML, UNT). Tema de investigación: Ensambles de murciélagos en función del uso de la tierra en la provincia de Tucumán.



María L. Sandoval-Salinas: Licenciada y Doctora en Ciencias Biológicas (Universidad Nacional de Tucumán, UNT). Investigadora Adjunta del CONICET en el Instituto de Investigación en Luz, Ambiente y Visión (ILAV, UNT - CONICET). Docente de la Licenciatura en Ciencias Biológicas, de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo (UNT).