



The Biologist (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

ANTHROPIC RODENT POPULATIONS (RODENTIA: MURIDAE) AND THEIR RELATIONSHIP WITH THE ENVIRONMENT IN A UNIVERSITY CITY OF LIMA, PERU

POBLACIONES DE ROEDORES ANTRÓPICOS (RODENTIA: MURIDAE) Y SU RELACIÓN CON EL AMBIENTE EN UNA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LIMA, PERÚ

Jehoshua Macedo-Bedoya^{1*}, Marco Carbajal-Bellido¹, Jhosue Zevallos-Lopez¹, Ariana Castañeda-Santos¹ & Kassandra Urbina-Sánchez¹

¹ Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. jehoshua.macedo@unmsm.edu.pe / marco.carbajal3@unmsm.edu.pe / jhosue.zevallos@unmsm.edu.pe / arianamarina.25.04@gmail.com / kassandra.urbina@unmsm.edu.pe

* Corresponding author: jehoshua.macedo@unmsm.edu.pe

Jehoshua Macedo-Bedoya: <https://orcid.org/0009-0008-7958-5318>

Marco Carbajal-Bellido: <https://orcid.org/0000-0001-5908-362X>

Jhosue Zevallos-Lopez: <https://orcid.org/0009-0009-2428-9797>

Ariana Castañeda-Santos: <https://orcid.org/0009-0005-1833-1574>

Kassandra Urbina-Sánchez: <https://orcid.org/0009-0004-8305-5863>

ABSTRACT

This study examines the populations of anthropic rodents of the Muridae family at the Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Lima, Peru to identify the species present and their relationship with the environment. Twenty individuals were captured, distributed in *Mus musculus* (Linnaeus, 1758) (85%), *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758) (10%), and *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769) (5%). 60% were males, 5% females, and 35% were not identified due to their escape. Two areas were analyzed: “Green area behind the dining room” and “Area adjacent to the Huaca (archaeological site)”, where *M. musculus* predominated in both. The analysis of the feces revealed plant remains, animal remains and plastics; while the evaluation of the environmental components showed that different plant families influence the presence of rodents. The results suggest that environmental components and diet are interrelated and that traps present limitations in the initial capture.

Keywords: Capturing – diet – environmental components – live traps

Este artículo es publicado por la revista *The Biologist (Lima)* de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original.

DOI: <https://doi.org/10.62430/rb20242221843>



RESUMEN

Este estudio examina las poblaciones de roedores antrópicos de la familia Muridae en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Lima, Perú con el objetivo de identificar las especies presentes y su relación con el ambiente. Se capturaron 20 individuos, distribuidos en *Mus musculus* (Linnaeus, 1758) (85%), *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758) (10%) y *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769) (5%). El 60% eran machos, el 5% hembras, y el 35% no fueron identificados debido a su escape. Se analizaron dos áreas: “Área verde detrás del comedor” y “Zona aledaña a la Huaca (resto arqueológico)”, donde *M. musculus* predominó en ambas. El análisis de las heces reveló restos vegetales, restos animales y plásticos; mientras que la evaluación de los componentes ambientales mostró que diferentes familias de plantas influyen en la presencia de los roedores. Los resultados sugieren que los componentes ambientales y la dieta están interrelacionados, y que las trampas presentan limitaciones en la captura inicial.

Palabras clave: Captura – componentes ambientales – dieta – trampas de captura viva

INTRODUCCIÓN

A medida que crecen las ciudades también aumentan los recursos disponibles como alimento y refugios, condiciones favorables para diferentes especies urbanas (Savard *et al.*, 2000; Faeth *et al.*, 2011; Spotswood *et al.*, 2021), como pequeños mamíferos (ratones) (Byers *et al.*, 2019). Las especies pertenecientes a la familia Muridae son conocidas como plagas o señal de mala salubridad, siendo un riesgo a la salud pública transmitiendo enfermedades como hantavirus y ascariasis (Watson *et al.*, 2014; Nisha *et al.*, 2022).

Estas especies son comúnmente vistas en ciudades (Banks & Smith, 2015; Fitté *et al.*, 2022), debido a que se encuentran en las zonas urbanas, un lugar para la fácil obtención de alimentos, refugio y menor presencia de depredadores (Cavia *et al.*, 2015); además, estas zonas son propicias para mantener en la población una alta tasa de reproducción (Juárez-Briones, 2018). Según el estudio de Adrianzén (2020) realizado en el mercado de Salamanca en Lima (Perú), un entorno con condiciones ambientales favorables para los roedores, como la disponibilidad de alimento y refugio, se concluyó que los géneros *Rattus* y *Mus* no representan una amenaza para ese mercado, a pesar de que el ambiente es propicio para su establecimiento.

Actualmente, las áreas universitarias cumplen con características idóneas para el establecimiento de distintas especies urbanas (Sánchez *et al.*, 2015; Kunitomo *et al.*, 2018; Macedo-Bedoya, 2024; Macedo-Bedoya & Zevallos-Lopez, 2024; Tiago *et al.*, 2024), entre ellas los roedores. Estas zonas son propicias para especies de ratones de la familia Muridae, ya que presentan áreas

verdes (Masi *et al.*, 2010; de Cock *et al.*, 2024), lugares de cultivos (Stenseth *et al.*, 2003; Witmer, 2022), depósitos de residuos orgánicos e inmuebles abandonados (Gheris *et al.*, 2021; Oh *et al.*, 2022). El objetivo del presente trabajo fue identificar las poblaciones de muridos y su relación con el ambiente en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Lima, Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: Esta investigación fue realizada en el campus principal de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, localizada en la capital del Perú, Lima (12,0562° S, 77,0845° W), específicamente en el distrito de Lima, dentro de la provincia y departamento del mismo nombre (Figura 1). Se seleccionaron dos zonas: “Área verde detrás del comedor” y “Zona aledaña a la Huaca (resto arqueológico)”. Estas fueron seleccionadas en base a la cantidad de componentes ambientales.

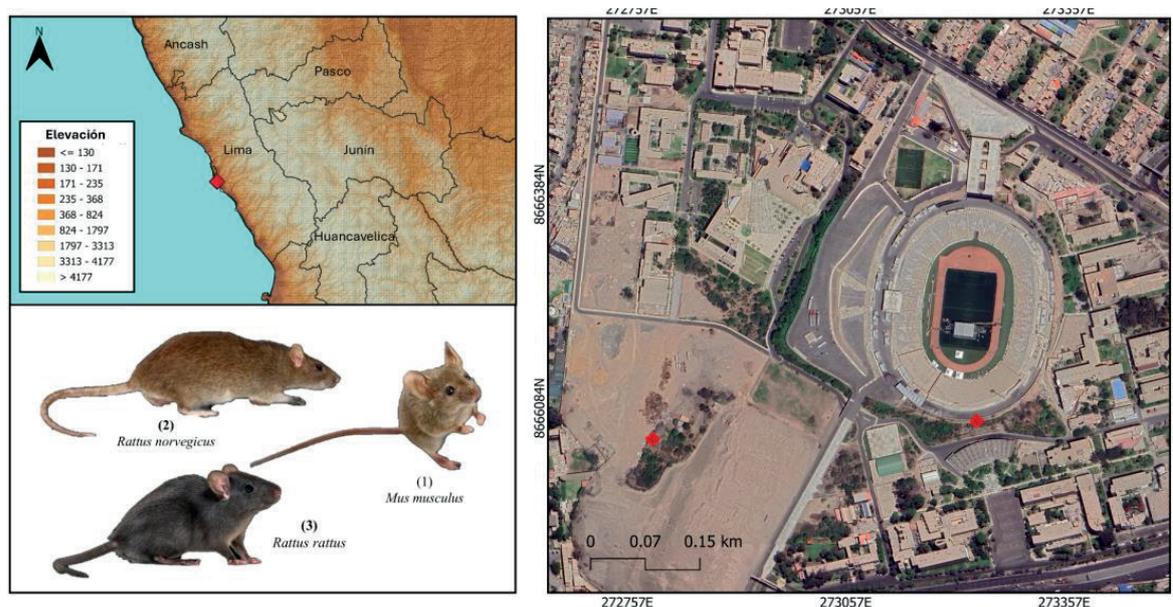


Figura 1. Mapa de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, para las zonas de estudio de las poblaciones de roedores.

Muestreo para la captura de roedores: En cada zona se colocaron trampas de captura viva (Sherman). En total fueron 40 trampas en 2 transectos de 20 estaciones cada una, dispuestas en puntos separados 10 metros empezando de un extremo del terreno y terminando del otro, de tal manera que se abarque la totalidad del terreno en lo posible. En estas trampas se colocó el cebo, consistente en una mezcla de avena, mantequilla de maní, vainilla, miel de abeja, pasas y anís. Este cebo fue colocado en cada trampa, uno por día, por la tarde y retirado la mañana del día siguiente, para evitar que este se malogre o se capturen otros animales no deseados (Pacheco *et al.*, 2015, 2020). Las trampas se quedaron activas dos días en cada zona de muestreo. Para la captura y conteo de muridos, una vez capturados, y para evitar contar el mismo individuo varias veces, se marcó a cada individuo capturado con un pequeño corte de pelo de la zona dorsal (Slade & Blair, 2000).

Componentes ambientales: Para el análisis de componentes ambientales se usó el método por cuadrantes de 1x1 y 10x10 metros (Mostacedo & Fredericksen, 2000). En cada zona se hizo una división de grillado, obteniendo cada cuadrante de 10x10 m de área. Asimismo, para la caracterización se hicieron 15 repeticiones por cuadrante, para la elección del mismo se tomó en cuenta las áreas donde ocurrieron capturas y se completó con cuadrantes al azar.

Dieta: Para la identificación y análisis de la dieta de los muridos, con el fin de saber cómo esta puede estar

influenciada por los componentes ambientales de cada zona estudiada, se colectaron las heces presentes en las trampas Sherman luego de las capturas y se analizaron en el estereoscopio (Hernández *et al.*, 1999) en el laboratorio 405, pabellón de docencia de la facultad de biología de la UNMSM. Se categorizó los componentes fecales en tres tipos: resto vegetal (semillas, hojas, tallos), resto animal (partes de insectos) y plástico.

Análisis de datos: Para el trabajo estadístico y la realización de los gráficos se trabajó en R versión 4.3.1 (R Core Team, 2023). Para el análisis de los Componentes Principales (PCA) se usó la librería ggfortify versión 0.4.16 (Horikoshi & Tang, 2024) para la visualización de los resultados estadísticos. Para realizar los gráficos circulares de resultados de la caracterización de las heces y de las capturas con las trampas se trabajó con la librería ggplot2 versión 3.4.4 (Wickham, 2016).

Aspectos éticos: Durante la realización de este estudio, se priorizó el bienestar de los animales capturados, utilizando trampas de captura viva para minimizar el estrés y el daño. Los roedores fueron manipulados cuidadosamente, marcados con un pequeño corte en el pelaje dorsal y liberados inmediatamente tras la toma de datos necesarios. Se emplearon cebos no tóxicos. Además, se implementaron medidas para minimizar el impacto ambiental, evitando la alteración del entorno natural y manteniendo las áreas de estudio limpias y sin residuos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición de especies: Se encontraron un total de 20 individuos pertenecientes a la familia Muridae, distribuidos en tres especies: *Mus musculus* (ratón, pericote) con 17 individuos, *Rattus rattus* (rata negra)

con 2 individuos, y *Rattus norvegicus* (rata gris) con 1 individuo, representando el 85%, 10% y 5% del total, respectivamente (Tabla 1). De estas especies, el 60% eran machos, el 5% hembras y el 35% no estuvo determinado debido a que los individuos se escaparon antes de poder identificar su sexo.

Tabla 1. Composición de especies encontradas en las 2 zonas de la ciudad universitaria de la Unversidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Familia	Especie	Nombre común	N° de individuos	Porcentaje (%)
Muridae	<i>Mus musculus</i>	Ratón, pericote	17	85
Muridae	<i>Rattus rattus</i>	Rata negra	2	10
Muridae	<i>Rattus norvegicus</i>	Rata gris	1	5

En cuanto a la distribución por áreas de estudio, en el “Área verde detrás del comedor” se capturaron 10 individuos, todos de *M. musculus*. En la “Zona aledaña a

la Huaca” se capturaron 10 individuos, de los cuales siete eran de *M. musculus* (incluyendo una recaptura), dos de *R. rattus*, y uno de *R. norvegicus* (Figura 2).



Figura 2. Roedores múridos capturados mediante registros directos en la ciudad universitaria de la Unversidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. a) *Mus musculus*, b) *Rattus rattus* y c) *Rattus norvegicus*.

Contenido de las heces: Luego de la observación al estereoscopio de las muestras fecales, se identificaron parcialmente algunos restos vegetales y animales, cabe detallar que la identificación de los mismos estuvo dificultada por la digestión del roedor. Dentro de los residuos fecales se encontró presencia del cebo (semilla de anís), restos de tallos, hojas y otras semillas, las cuales no se pudo determinar a qué familia de plantas pertenecía (Figuras 3 y 4). De igual manera los restos animales encontrados pertenecían al grupo de los himenópteros,

arácnidos, coleópteros y sifonápteros. Del mismo modo, se identificó micro plástico, pelos y piedras. Tal como lo menciona Shiels *et al.* (2013), en su estudio, donde obtiene resultados similares, donde determinó la presencia de artrópodos es clave para la dieta de los múridos, asimismo, la presencia de pelo en las heces es debido al aseo que se dan los individuos.

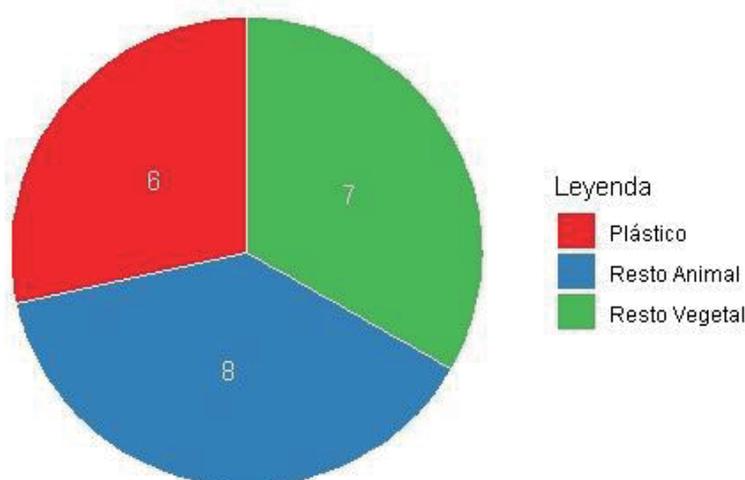


Figura 3. Contenido de las heces en la "Zona aledaña a la Huaca" en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

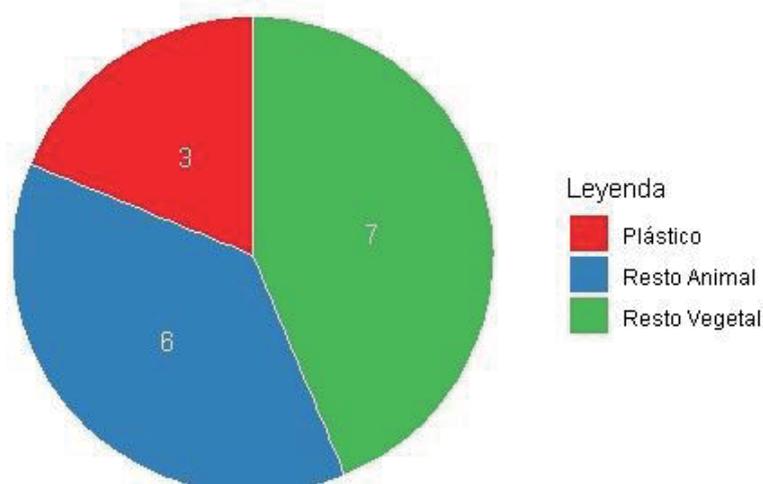


Figura 4. Contenido de las heces en el "Área verde detrás del comedor" en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Análisis de los componentes ambientales: En el "Área verde detrás del comedor" las capturas se separaron en dos pequeños grupos de familias de plantas dentro de los componentes ambientales. El primer grupo lo conforman las familias Poaceae, Amaranthaceae y Lamiaceae, siendo que las especies que se encontraron en la zona, todas presentan un porte herbáceo; y además cuentan con una gran densidad, que dificulta ver el suelo y otorga a los ratones bastantes lugares para esconderse. Mientras que el otro grupo dentro de los componentes ambientales los conforman las familias vegetales de Aizoaceae, Malvaceae, Bignoniaceae y Solanaceae, que presentan porte arbustivo, a excepción de la especie de Aizoaceae que es de porte herbáceo, de la misma manera estos conglomerados

de plantas dificultan la visión y entorpecen el poder atravesarlas, hecho que permitía a los ratones transitar con mayor seguridad por esas zonas (Figura 5). Mientras que los grupos que no mostraban una relación directa con las capturas se encuentran el resto vegetal, y las familias vegetales Geraniaceae, Verbenaceae, Asparagaceae, Euphorbiaceae, que varias de las especies encontradas son de porte arbustivo, sin embargo, las familias Geraniaceae y Verbenaceae son plantas muy olorosas (Ghisalberti, 2000), lo que podría afectar a la detección del cebo por parte de los ratones.

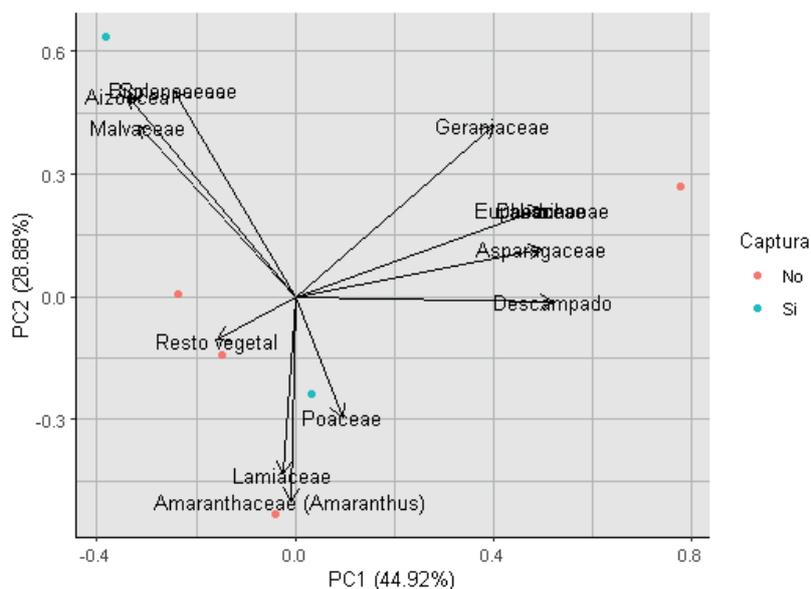


Figura 5. Análisis de Componentes principales de los componentes ambientales y las capturas en “Área verde detrás del comedor” en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Por el lado de la “Zona aledaña a la Huaca, fueron tres los componentes ambientales (Figura 6) que más se vieron relacionados directamente con las capturas en la zona; las familias vegetales Rosaceae y Euphorbiaceae y el resto vegetal, contrariamente a los resultados encontrados en el “Área verde detrás del comedor”, en la “Zona aledaña a la Huaca los restos vegetales y la familia Euphorbiaceae si tienen una relación directa con las capturas, esto probablemente se debe a que los restos vegetales en

la zona cerca a la Huaca son mucho más abundantes, reemplazando el posible rol de las especies herbáceas de la otra zona. Además, que las especies de la familia Euphorbiaceae encontradas cerca a la Huaca tienen un porte herbáceo a comparación de las especies arbustivas, conocidas como “Candelabros” de la otra zona que no otorgan una gran densidad vegetal por donde puedan transitar los roedores.

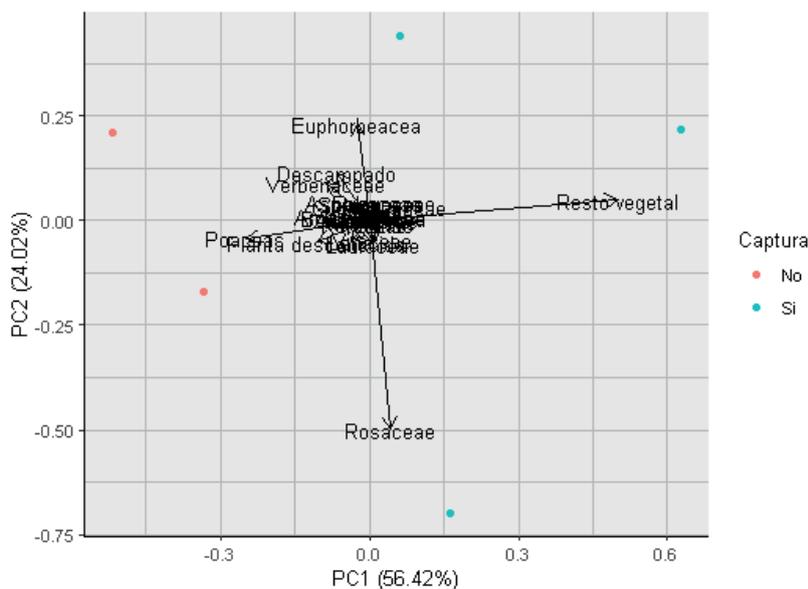


Figura 6. Análisis de Componentes principales de los componentes ambientales y las capturas en la “Zona aledaña a la Huaca” en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

La predominancia de la captura de individuos macho podría estar relacionada con las diversas interacciones que pueden lograrse en las colonias de roedores, como menciona Brown *et al.* (2005) sobre la dinámica de las poblaciones de especies del género *Rattus*, la interacción e incidencia de las hembras suele ser baja; aún más cuando estas presentan embriones o están lactando; esto se respalda también por el hecho de que las ratas y ratones son animales poliéstricos ya que no poseen una temporada específica para su reproducción (Tequen & Tequen, 2015).

Las heces muestran cómo los roedores logran aprovechar los recursos que logran encontrar en las zonas en las que se encuentran distribuidos, según Clark (1982) los alimentos predominantes en las colonias de ratas suelen ser semillas, tallos, flores, artrópodos, frutos, y hongos (Copson, 1986); siendo que aunque esto es concordante con lo encontrado, teniendo una dieta omnívora, parece ser que son capaces de ingerir hasta materia extraña como plásticos o piedras, lográndose diferenciar una mayor contaminación con plásticos en la zona cercana a la Huaca de San Marcos, además los componentes ambientales parecen favorecer al primer grupo ante el segundo siendo que es posible que debido a estos mismos exista mayor presencia de frutos o entomofauna.

El polígono mínimo convexo de ciertas especies del género *Rattus* puede ser de aproximadamente 3,2 ha (García de Cortázar Gallegos, 2017), siendo en los machos algo más grande que en las hembras lo que reforzaría lo anterior respecto a la menor captura de hembras. Por otro lado como se esperaba del género *Mus*, su distribución parece estar reducida a pequeñas zonas regidas principalmente por la cantidad de espacios viables como hábitat, esto también tendría implicaciones en la dieta y explicaría parcialmente la presencia de cuerpos extraños como microplásticos y piedras en la dieta de ciertos individuos lo que a largo plazo podría generar problemas degenerativos como menciona Studytasari *et al.* (2023) en sus experimentos con ratas de laboratorio; esto podría reflejarse aún más en las poblaciones de ratones a largo plazo como menciona Munshi-South & Kharchenko (2010) en sus estudios de ratones de patas blancas. Las ratas pueden tener ciertos hábitos arborícolas mientras que los ratones preferirían estar escondidos en pequeños espacios; respecto a los mecanismos de captura se observó que en la huaca hubo una mayor incidencia de eventos anómalos, lo que tal vez indicaría una mayor distribución e interacción de roedores en esa ubicación. Toda esta información indicaría también una tendencia de los roedores a desarrollar ciertas conductas adaptativas ante los procesos antrópicos.

Los resultados obtenidos de la revisión de muestras fecales nos aproximan al tipo de dieta que estos individuos tendrían en cada zona. La incidencia de restos vegetales, restos animales y plástico indicaría la preferencia del individuo por ciertos componentes ambientales. Por ejemplo, el estudio realizado por Shiels & Pitt (2014) en el cual se trabajó con las especies *M. musculus*, *R. rattus* y *R. norvegicus*, obtuvo las características del tipo de dieta, siendo en su mayoría de tipo omnívora predominando la ingesta de vegetales (semillas, tallos, hojas) en *Rattus* y la ingesta de artrópodos en el caso de *Mus*, cabe detallar que la proporción puede cambiar dependiendo del tipo de hábitat.

La interacción con las trampas influye en las capturas de los individuos, como lo explica Valsecchi & Galef (1989) en su estudio sobre la influencia social alimentaria de los *M. musculus* por parte de sus congéneres, la cual, explica cómo los individuos aprenden de sus compañeros y generan cierta preferencia por los olores transmitidos por parte de los mismos, es decir, el olor a cebo va a permitir que más individuos se vuelvan futuras capturas o visitas. Aquello explica lo ocurrido en los primeros días de muestreo, donde las visitas y capturas son menores comparado con los posteriores días de muestreo, esto ocurre porque los individuos necesitan familiarizarse con el olor del cebo y la presencia de trampas los primeros días.

Recomendamos para futuros trabajos, tratar de entender el ambiente de los roedores y tratar de lograr una interacción del roedor con los mecanismos más precisos durante un tiempo más prolongado a modo de obtener buenos y mejores resultados; por otro lado, este trabajo podría ser complementado con procesos moleculares para determinar algunos aspectos interesantes que se pueden dar en parches poblacionales como son la distribución del grupo y su flujo génico.

Se concluyen que las diferencias en la densidad y composición de especies de roedores entre las zonas estudiadas se relacionan directamente con la disponibilidad y diversidad de componentes ambientales como alimento y refugio. Se observó una mayor incidencia de capturas y eventos anómalos en áreas con mayor densidad vegetal, lo que sugiere que estos ambientes favorecen la presencia y actividad de los roedores. Además, el análisis de las heces mostró una dieta omnívora, con variaciones según el hábitat, incluyendo restos vegetales, animales y elementos antropogénicos como plásticos.

Author contributions: CRediT (Contributor Roles Taxonomy)**JMB** = Jehoshua Macedo-Bedoya**MCB** = Marco Carbajal-Bellido**JZL** = Jhosue Zevallos-Lopez**ACS** = Ariana Castañeda-Santos**KUS** = Kassandra Urbina-Sánchez**Conceptualization:** JMB, MCB, JZL**Data curation:** JMB, JZL, ACS**Formal analysis:** MCB, JZL, ACS**Funding acquisition:** MCB, JZL**Investigation:** JMB, MCB, JZL, ACS, KUS**Methodology:** JMB, MCB, JZL**Project administration:** ACS, KUS**Resources:** MCB, JZL**Software:** JMB, JZL**Supervision:** ACS, KUS**Validation:** JMB**Visualization:** JMB**Writing – original draft:** MCB, JZL, ACS, KUS**Writing – review & editing:** JMB**AGRADECIMIENTOS**

Se agradece a M. Ramírez por el apoyo en poner las trampas para roedores y por una revisión temprana del manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adrianzén, P.D.C. (2020). *Determinación del índice de infestación de roedores en el mercado principal de Salamanca e inmediaciones comerciales*. (Tesis de licenciatura. Universidad Científica del Sur. Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas). <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/1265>

Banks, P., & Smith, H. (2015). The ecological impacts of commensal species: Black rats, *Rattus rattus*, at the urban-bushland interface. *Wildlife Research*, *42*, 86-97.

Brown, P. R., Tuan, N. P., Singleton, G.R., Hue, D.T., Hoa, P.T., Ha, P.T.T., Tan, T. Q., & Van Tuat, N. (2005). Population dynamics of *Rattus argentiventer*, *Rattus losea*, and *Rattus rattus* inhabiting a mixed-farming system in the Red River Delta, Vietnam. *Population Ecology*, *47*, 247-256.

Byers, K.A., Lee, M.J., Patrick, D.M., & Himsforth, C.G. (2019). Rats about town: a systematic review of rat movement in urban ecosystems. *Frontiers in Ecology and Evolution*, *7*, 13.

Cavia, R., Muschetto, E., Cueto, G.R., & Suárez, O.V. (2015). Commensal rodents in the city of Buenos Aires: a temporal, spatial, and environmental analysis at the whole city level. *EcoHealth*, *12*, 468-479.

Clark, D.A. (1982). Foraging behavior of a vertebrate omnivore (*Rattus rattus*): meal structure, sampling, and diet breadth. *Ecology*, *63*, 763-772.

Copson, G.R. (1986). The diet of the introduced rodents *Mus musculus* L and *Rattus rattus* L on sub-antarctic Macquarie island. *Wildlife Research*, *13*, 441-445.

de Cock, M.P., Esser, H.J., van der Poel, W.H.M., Sprong, H., & Maas, M. (2024). Higher rat abundance in greener urban areas. *Urban Ecosystems*, *27*, 1389-1401.

Faeth, S.H., Bang, C., & Saari, S. (2011). Urban biodiversity: Patterns and mechanisms. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1223*, 69-81.

Fitte, B., Heim, S., Martins, N.G., Canova, V., Panisse, G., Robles, M.R., & Navone, G.T. (2022). Percepción social sobre roedores urbanos y riesgo sanitario en barrios del Gran La Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista Argentina de Salud Pública*, *14*, e69.

García de Cortázar Gallegos, R. (2017). *Ecología espacial de roedores infectados con Leptospira spp. en agroecosistemas de Chile Central*. (Trabajo de licenciatura. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias). <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/144044>

Gherzi, B.M., Peterson, A.C., Riegel, C., Campanella, R., Childs, J.E., & Blum, M.J. (2021). Flooding and abandonment have shaped rat demography across post-Katrina New Orleans. *Landscape and Urban Planning*, *215*, 104218.

- Ghisalberti, E.L. (2000). *Lantana camara* L. (Verbenaceae). *Fitoterapia*, 71, 467-486
- Hernández, L.B.V., Cameron, G.N., & Legorreta, R.A.M. (1999). Hábitos alimentarios y biología poblacional de dos especies de roedores en el occidente de México. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*, 4, 5-21.
- Horikoshi, M. & Tang, Y. (2024). ggfortify:ggfortify: Data Visualization Tools for Statistical Analysis Results (Version 0.4.17). <https://CRAN.R-project.org/package=ggfortify>
- Juárez-Briones, N. G. (2018). *Seroprevalencia de Toxoplasma gondii en ratas negras (Rattus rattus) en el distrito de Lurín*. (Tesis de licenciatura. Universidad Alas Peruanas). Facultad de Ciencias Agropecuarias). <https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/8306>
- Kunimoto, C., De la Cruz, C., Arana, M., & Ramírez, O.E. (2002). Observaciones sobre la ecología poblacional del ratón doméstico en Lachay, Perú. *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 31, 323-328.
- Macedo-Bedoya, J. (2024). Entomofauna urbana, un estudio en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. *Acta Zoológica Lilloana*, 68, 291-308.
- Macedo-Bedoya, J. & Zevallos-Lopez, J. (2024). Primer registro de coexistencia entre *Loxosceles laeta* (Araneae: sicariidae) (Nicolet, 1849) y *Hadruroides lunatus* (Scorpiones: vejovidae) (Koch, 1867) en Perú. *Biotempo* 21, 277-282.
- Masi, E., Pino, F.A., Santos, M. das G.S., Genehr, L., Albuquerque, J.O.M., Bancher, A.M., & Alves, J.C.M. (2010). Socioeconomic and environmental risk factors for urban rodent infestation in Sao Paulo, Brazil. *Journal of Pest Science*, 83, 231-241.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Bolfor. 87 pp.
- Munshi-South, J. A. S. O. N., & Kharchenko, K. (2010). Rapid, pervasive genetic differentiation of urban white-footed mouse (*Peromyscus leucopus*) populations in New York City. *Molecular Ecology*, 19, 4242-4254.
- Nisha, M., Ghazi, A.M., Baderudin, A.S.A., & Chyang, P.J. (2022). Investigation on possibility of rodents to transmit human *Ascaris lumbricoides* eggs from Contaminated Soil. *Advancements in Life Sciences*, 9, 80-84.
- Oh, H.Y.P., Humaidi, M., Chan, Q.Y., Yap, G., Ang, K.Y., Tan, J., Ng, L.C., & Mailepessov, D. (2022). Association of rodents with man-made infrastructures and food waste in Urban Singapore. *Infection Ecology & Epidemiology*, 12, 2016560.
- Pacheco, V., Pacheco, J., Zevallos, A., Valentin, P., Salvador, J., & Ticona, G. (2020). Mamíferos pequeños de humedales de la costa central del Perú. *Revista peruana de biología*, 27, 483-498.
- Pacheco, V., Zevallos, A., & Cervantes, K. (2015). Mamíferos del Refugio de Vida Silvestre Pantanos de Villa, Lima - Perú. *Científica*, 12, 26-41.
- R Core Team (2023). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Sánchez, F., Martínez-Habibe, M.C., Díaz, S., Medina, N., Riaño, J., & Paqui, M.F. (2015). Biodiversity in a university campus in the Sabana de Bogotá: Plants and tethrapods inventory. *Boletín Científico del Centro de Museos*, 19, 186-203.
- Savard, J.P.L., Clergeau, P., & Mennechez, G. (2000). Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning*, 48, 131-142.
- Shiels, A.B., Flores, C.A., Khamsing, A., Krushelnycky, P.D., Mosher, S.M., & Drake, D.R. (2013). Dietary niche differentiation among three species of invasive rodents (*Rattus rattus*, *R. exulans*, *Mus musculus*). *Biological Invasions*, 15, 1037-1048.
- Shiels, A.B., & Pitt, W.C. (2014). A review of invasive rodent (*Rattus* spp. and *Mus musculus*) diets on Pacific islands. *Proceedings of the Vertebrate Pest Conference*, 26, 161-165.
- Slade, N. A., & Blair, S. M. (2000). An empirical test of using counts of individuals captured as indices of population size. *Journal of Mammalogy*, 81, 1035-1045.
- Spotswood, E.N., Beller, E.E., Grossinger, R., Grenier, J.L., Heller, N.E., & Aronson, M.F.J. (2021). The biological deserts fallacy: cities in their landscapes contribute more than we think to regional biodiversity. *Bioscience*, 71, 148-160.
- Stenseth, N.C., Leirs, H., Skonhøft, A., Davis, S.A., Pech, R.P., Andreassen, H.P., Singleton, G.R., Lima, M., Machang'u, R.S., Makundi, R.H., Zhang,

- Z., Brown, P.R., Shi, D., & Wan, X. (2003). Mice, rats, and people: The bio-economics of agricultural rodent pests. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1, 367–375.
- Studytasari A.P., Sincihu Y., Parengkuan I.L., & Novita, B.D. (2023). Effect of microplastic oral intake on fatty degeneration and necrosis of hepatocytes in wistar rats. *Journal of Widya Medika Junior*, 5, 170-177.
- Tequen, J., & Tequen, D. (2015). Efecto contraceptivo del extracto de hojas de *Struthanthus retusus* en *Rattus rattus* raza *Holtzman albinus*. *Acta Médica Orreguiana Hampi Runa*, 15, 197-212.
- Tiago, P., Leal, A.I., Rosário, I.T., & Chozas, S. (2024). Discovering urban nature: Citizen science and biodiversity on a university campus. *Urban Ecosystems*, 27, 1609–1621.
- Valsecchi, P., & Galef, B. G. (1989). Social influences on the food preferences of house mice (*Mus musculus*). *International Journal of Comparative Psychology*, 2, 245-256.
- Watson, D.C., Sargianou, M., Papa, A., Chra, P., Starakis, I., & Panos, G. (2014). Epidemiology of Hantavirus infections in humans: a comprehensive, global overview. *Critical reviews in microbiology*, 40, 261-272.
- Wickham, H. (2016). *Ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag.
- Witmer, G. (2022). Rodents in Agriculture: A Broad Perspective. *Agronomy*, 12, 1458.

Received August 18, 2024.

Accepted October 7, 2024