Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ciencias Biológicas
Escuela Profesional de Ciencias Biológicas

Diversidad, prevalencia e intensidad de ácaros ectoparásitos en especies de *Phyllodactylus* Gray, 1828 (Squamata: Phyllodactylidae) en huacas de Lima Metropolitana

TESIS

Para optar el Título Profesional de Bióloga con mención en Zoología

AUTOR

Diana Shantall PALOMINO FLORES

ASESOR

Alicia Encarnación DIESTRO DIESTRO

Lima, Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Palomino, D. (2026). *Diversidad, prevalencia e intensidad de ácaros ectoparásitos en especies de Phyllodactylus Gray, 1828 (Squamata: Phyllodactylidae) en huacas de Lima Metropolitana*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Biológicas, Escuela Profesional de Ciencias Biológicas]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Diana Shantall Palomino Flores
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75856951
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-9061-2727
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Alicia Encarnación Diestro Diestro
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	25757266
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-7683-1383
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Diana Fernanda Silva Dávila
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08214429
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Jhon Darly Chero De la Cruz
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	46831152
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Jorge Luis Peralta Argomeda
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	44384768

Datos de investigación	
Línea de investigación	A.1.1.2. Biodiversidad y Ecología de Ecosistemas terrestres
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	No aplica
Ubicación geográfica de la investigación	Edificio: Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Facultad de Ciencias Biológicas, Laboratorio de Entomología Medica & Veterinaria País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Lima Calle: Av. Germán Amézaga 375, Ciudad Universitaria. Latitud: -12.059701 Longitud: -77.082147
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2025 - 2026
URL de disciplinas OCDE	Zoología, Ornitología, Entomología, ciencias biológicas del comportamiento https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.11 Otros temas de biología https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.06.16

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ACTA DE SESIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE BIÓLOGA CON MENCIÓN EN ZOOLOGÍA (MODALIDAD: SUSTENTACIÓN PRESENCIAL DE TESIS)

Siendo las 10:15 horas del 17 de junio de 2026, en el Salón de Grados de la Facultad de Ciencias Biológicas y en presencia del Jurado formado por los profesores que suscriben, se inició la sesión para optar al **Título Profesional de Bióloga con mención en Zoología** de **DIANA SHANTALL PALOMINO FLORES.**

Luego de dar lectura y conformidad al expediente **N.º UNMSM-20260009389**, la titulando expuso su tesis: **DIVERSIDAD, PREVALENCIA E INTENSIDAD DE ÁCAROS ECTOPARÁSITOS EN ESPECIES DE *Phyllodactylus* Gray, 1828 (SQUAMATA: PHYLLODACTYLIDAE) EN HUACAS DE LIMA METROPOLITANA,** y el Jurado efectuó las preguntas del caso calificando la exposición con la nota 19, calificativo: Aprobado con máximos honores

Finalmente, el expediente será enviado a la Escuela Profesional de Ciencias Biológicas y al Consejo de Facultad para que se apruebe otorgar el **Título Profesional de Bióloga con mención en Zoología** a **DIANA SHANTALL PALOMINO FLORES** y se eleve lo actuado al Rectorado para conferir el respectivo título, conforme a ley.

Siendo las 11:30 horas se levantó la sesión.

Ciudad Universitaria, 17 de junio de 2026.

DIANA FERNANDA SILVA DAVILA
(PRESIDENTA)

ALICIA ENCARNACION DIESTRO DIESTRO
(ASESORA)

JHON DARLY CHERO DE LA CRUZ
(MIEMBRO)

JORGE LUIS PERALTA ARGOMEDA
(MIEMBRO)

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE
SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, **ALICIA ENCARNACION DIESTRO DIESTRO** en mi condición de asesor acreditado con el Dictamen de la EPCB N° **000009-2026-EPCB-FCB/UNMSM** de la tesis, cuyo título es, **"DIVERSIDAD, PREVALENCIA E INTENSIDAD DE ÁCAROS ECTOPARÁSITOS EN ESPECIES DE *Phyllodactylus* Gray, 1828 (SQUAMATA: PHYLLODACTYLIDAE) EN HUACAS DE LIMA METROPOLITANA",** presentado por el (a) bachiller **DIANA SHANTALL PALOMINO FLORES** para optar el título profesional de Biólogo (a) con mención en **ZOOLOGIA**,

CERTIFICO, que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el **5%** de similitud, nivel **PERMITIDO** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del título profesional de Biólogo (a) con mención en **ZOOLOGIA**

Lima, 29 de mayo de 2026

Firma del Asesor _____

Nombres y Apellidos del asesor: Alicia Encarnacion Diestro Diestro

DNI: 25757266

* Según corresponda: bachiller, magíster, doctor; título profesional o título de segunda especialidad

La vigencia del presente certificado corresponde a un período de noventa (90) días desde la fecha de su emisión; siempre que no haya observaciones en el texto durante el proceso de revisión por el jurado informante o surja alguna contingencia.

Resumen

La presente investigación examinó la diversidad, prevalencia, intensidad y ocupación en micronichos corporales, de ácaros ectoparásitos asociados a geckos del género *Phyllodactylus* en huacas de Lima Metropolitana. Se evaluó la estructura de la comunidad ectoparasitaria en poblaciones de geckos que habitan parches arqueológicos urbanos mediante muestreos nocturnos de hospederos, extracción manual, preservación e identificación taxonómica de los ácaros recuperados. Los parámetros parasitológicos permitieron estimar prevalencia e intensidad de ectoparasitismo, así como ocupación corporal y variación espacial entre localidades. Cerca de la mitad de los individuos examinados presentó ácaros ectoparásitos, todos de la familia Pterygosomatidae, correspondientes a los géneros *Bertrandiella* y *Geckobia*. Se observaron diferencias en prevalencia e intensidad entre localidades y especies hospederas, así como patrones no aleatorios de distribución en micronichos corporales, con mayor concentración en regiones axilares e inguinales y segregación entre géneros. La estructura del parasitismo por ácaros presentó baja riqueza y dominancia marcada en determinadas huacas, lo que sugiere que el contexto urbano influye en la dinámica de asociaciones hospedero–parásito.

Palabras clave*:* Ectoparásitos, Acarología, Hospedero–parásito, Micronicho, Pterygosomatidae.

Abstract

This study examined the diversity, prevalence, intensity, and occupation of micro-niches in the host body by ectoparasitic mites associated with geckos of the genus *Phyllodactylus* in "huacas" (archaeological sites) of Metropolitan Lima. The structure of the ectoparasitic component was evaluated in gecko populations occurring in urban archaeological patches through nocturnal host sampling, manual extraction, preservation, and taxonomic identification of recovered mites. Parasitological parameters were used to estimate prevalence and intensity of ectoparasitism, as well as body occupation patterns and spatial variation among localities. Nearly half of the examined individuals harbored ectoparasitic mites, all from the family Pterygosomatidae, corresponding to the genera *Bertrandiella* and *Geckobia*. Differences in prevalence and intensity were observed among localities and host species, together with non-random distribution patterns across body microniches, with greater concentration in axillary and inguinal regions and topographic segregation between genera. The structure of mite parasitism exhibited low richness and marked dominance in certain sites, suggesting that urban context influences the dynamics of host–parasite associations.

Keywords: Ectoparasites, Acarology, Body micro-niche, Host – parasite, Pterygosomatidae.

Dedicatoria

A la guía y esfuerzo de mis padres.

A la compañía y apoyo de mis tíos.

Al afecto de mi abuela.

A la memoria de mi abuelo, Albino Palomino Fernandez.

Agradecimientos

Agradezco en primer lugar a mi asesora Alicia Diestro por su guía y paciencia, al Dr. José Perez por la orientación que brindó con su gran conocimiento sobre el gecko de Lima, Dr. César Aguilar y Dr. Ricardo Paredes por los valiosos consejos. Gracias a Diego Castro, Valeria Díaz, Nayeli Senisse, Jazmín Rosales, Joshep Aranda, César Rodríguez y a mi padre, Gino Palomino, por su apoyo en campo en esta y otras aventuras, así como a los miembros del Laboratorio de Entomología Médica y Veterinaria de la Facultad de Ciencias Biológicas.

Gracias a las jefaturas del Ministerio de Cultura y del Parque de Las Leyendas, Huaca Pucllana, Huantille y Mateo Salado por su amable atención e importante apoyo al trabajo.

Finalmente, gracias a mi universidad, mi facultad y a sus profesores, por inspirarme dando ejemplo de pasión por la investigación y por guiarme en el fascinante mundo de la Biología.

CONTENIDO

I. Introducción 1

I.1. Introducción 1

I.2. Planteamiento del problema 3

I.3. Objetivos 4

I.4. Importancia y alcance de la investigación 5

I.5. Limitaciones y restricciones del estudio 6

II. Revisión literaria 7

II.1. Marco teórico 7

II.1.1. Distribución de *Phyllodactylus* a nivel global y regional 7

II.2. Antecedentes de ectoparásitos en geckos 9

I.2.1. Ácaros que parasitan a *Phyllodactylus* en Perú 12

II.3. Técnicas para la identificación taxonómica de los ácaros 13

II.3.1. Técnicas de aclarado de ácaros para identificación 13

II.3.2. Técnicas para el montaje de ácaros 14

II.3.3. Técnicas de aclarado de ácaros mediante fenol-xilol 14

III. Hipotesis 15

Hipótesis nula (H_0) 15

Hipótesis alternativa (H_1) 15

IV. Materiales y métodos 16

IV.1. Área de estudio 16

IV.1.1. Lugares arqueológicos seleccionados para el muestreo 17

IV.3. Diseño de investigación 19

IV.4. Población y muestra 19

IV.5. Procedimientos y técnicas 20

IV.5.1. Procedimientos y protocolos 20

IV.5.1.1. Colecta temporal de geckos 20

IV.5.1.2 Aclarado de ácaros ectoparásitos 22

IV.5.2. Montaje e identificación de ácaros 23

IV.5.3. Análisis de datos 24

V. Resultados 25

V.1. Presencia de geckos en huacas de Lima Metropolitana 25

V.2. Ácaros ectoparásitos recuperados de especies de *Phyllodactylus* 32
V.2.1. Especies de ácaros identificados. 33
V.2.2. Prevalencia e intensidad de infestación 34
V.2.1.1. Prevalencia general de ectoparásitos 34
V.2.1.2. Análisis por localidad 36
V.2.1.2. Análisis por hospedero 39
V.3. Micronichos ocupados por ácaros ectoparásitos 40
V.3.1. Distribución de ácaros en micronichos corporales 42
V.3.2. Preferencia de ácaros identificados en micronichos corporales 44
V.4. Diversidad de ácaros ectoparásitos 47
V.4.1. Riqueza y abundancia de ácaros por especie hospedera. 47
V.4.2. Comparación de índices de diversidad 47
V.4.2.1. Diversidad por especie hospedera 47
V.4.2.2. Diversidad por localidad de colecta 48
VI. Discusión 49
VII. Conclusiones 54
VIII. Recomendaciones 54
VIII. Referencias 56

I. Introducción

I.1. Introducción

Los geckos del género *Phyllodactylus* (Gray, 1828) son reptiles que habitan áreas desérticas y rocosas. Se distribuyen desde el sur de Estados Unidos a lo largo de la región Neotropical hasta América del Sur. En Perú se reconocen 11 especies del género (Uetz et al., 2021; Venegas, 2008). Estas especies se encuentran principalmente en la costa central y se distribuyen en ecosistemas como desiertos costeros, playas y complejos arqueológicos (Arana et al., 2023; Fernández, 2019; Pérez & Balta, 2011). Estos, como otros reptiles, albergan ectoparásitos del grupo de los ácaros sobre o entre las escamas (Paredes-León et al., 2012; Walter & Proctor, 2013).

Los ectoparásitos son significativos en los ecosistemas, debido a la relación hospedero–parásito. Estas interacciones pueden afectar la condición corporal, la supervivencia y la dinámica poblacional de las especies hospederas (Anderson & May, 1978; Hudson et al., 2002; Poulin, 2007), por lo que su estudio es relevante para la conservación de poblaciones silvestres de geckos.

En este contexto, la comprensión de estas interacciones requiere considerar los procesos de coevolución entre los ectoparásitos y hospederos reptiles, esta se manifiesta en adaptaciones morfológicas y ecológicas especializadas. Estos ectoparásitos permanentes presentan el cuerpo dorsoventralmente aplanado, apéndices anteriores robustos y estructuras de fijación (setas y garras) que les permiten adherirse entre las escamas y resistir el desplazamiento del hospedero (Paredes-León et al., 2012; Fajfer & Karanth, 2022). Asimismo, muestran altos niveles de especificidad (mono- u oligoxenia) y una marcada preferencia por micronichos

corporales definidos, como regiones axilares e inguinales, lo que sugiere historias evolutivas estrechas con sus hospederos (Leonardo-González et al., 2025; Poulin, 2007). En respuesta a estas presiones, los reptiles han desarrollado mecanismos que limitan la carga parasitaria, como la muda periódica de la piel, defensas inmunológicas y modificaciones cutáneas (Leonardo-González et al., 2025). Entre estas últimas destacan los pliegues dérmicos especializados donde los parásitos tienden a concentrarse, lo que podría reducir su presencia en zonas más sensibles del cuerpo; no obstante, el origen adaptativo de estas estructuras y su papel funcional en la interacción hospedero–parásito aún son materia de debate (Leonardo-González et al., 2025).

A pesar de la relevancia ecológica, la información respecto a la presencia y diversidad de ectoparásitos que afectan a las especies de *Phyllodactylus* en el Perú es escasa. Entre los ácaros más comunes que parasitan a los geckos, se encuentra el género *Geckobia* (Pterigosomatidae) con varias especies descritas en diferentes partes del mundo (Fajfer, 2015; Machado et al., 2019); en Perú, la única información disponible sobre ácaros en *Phyllodactylus* proviene de estudios realizados en los departamentos de Trujillo y Arequipa donde se describen nuevas especies del género *Geckobia* (Machado et al., 2019; Quiroz-Gutiérrez et al., 2015).

Las especies del género *Phyllodactylus* presentes en Lima Metropolitana, particularmente *Phyllodactylus sentosus* Dixon & Huey, 1970, se caracterizan por su distribución restringida a ambientes urbanos y por persistir en huacas que funcionan como parches de hábitat (Arana et al., 2023; Cossíos & Icochea, 2006). La fragmentación del hábitat y la presión antrópica incrementan su vulnerabilidad, lo que hace necesario evaluar factores ecológicos que puedan influir en su salud y viabilidad poblacional, incluyendo las interacciones hospedero–parásito.

El presente estudio tiene como objetivo la evaluación de la diversidad de ácaros ectoparásitos en especies de *Phyllodactylus* capturados momentáneamente en huacas de Lima Metropolitana, para identificar las especies de ácaros que parasitan a los geckos y el lugar de ocupación sobre el hospedero (micronichos). El registro de su localización permite evaluar la especificidad de parasitismo a nivel microespacial (Bush et al., 1997; Poulin, 2007).

I.2. Planteamiento del problema

En la región costera del Perú, las especies de *Phyllodactylus* cumplen el rol ecologico de reguladores de artrópodos, contribuyendo al equilibrio de las redes tróficas (Rivera et al., 2024). Sin embargo, a pesar de su importancia y de que especies como *P. sentosus* se encuentran en peligro crítico debido a la pérdida de hábitat, el conocimiento sobre los ácaros ectoparásitos que las afectan es aún limitado, esta falta de información impide comprender integralmente las presiones biológicas que enfrentan estas poblaciones en contextos urbanos y arqueológicos (Cossíos & Icochea, 2006; Fernández, 2019).

El ectoparasitismo por ácaros en *Phyllodactylus* podría tener efectos negativos sobre la salud de los reptiles, debido a que algunos ácaros pueden causar lesiones dérmicas, pérdida de sangre y disminución de la condición corporal (Fajfer, 2012; Main & Bull, 2000; Poulin, 2007). Si bien estos efectos pueden presentarse en cualquier especie de gecko infestada, en el caso de *P. sentosus*, el impacto podría ser más significativo debido a su condición de especie en peligro crítico y a la fragmentación de sus poblaciones en parches aislados de hábitat, lo que reduce la variabilidad genética y limita su capacidad de recuperación frente a factores de estrés adicionales (Arana et al., 2023; Machado, 2016). Existen estudios sobre la presencia de ácaros en geckos de otras regiones, pero no se ha explorado la diversidad de

estos parásitos en geckos que viven en áreas urbanas, particularmente en zonas arqueológicas comúnmente llamadas “huacas” (Machado et al., 2019; Quiroz-Gutiérrez et al., 2015).

La falta de investigación sobre la diversidad de ácaros de *Phyllodactylus* en Lima, junto con el riesgo de extinción de algunas de estas especies hospederas, impulsa la necesidad de estudios que permitan identificar y analizar la diversidad de ácaros ectoparásitos. Se ha documentado que ciertos ácaros ectoparásitos de reptiles pueden actuar como vectores mecánicos de patógenos (por ejemplo, bacterias oportunistas como *Aeromonas* spp. y *Rickettsia* spp.), además de favorecer la aparición de infecciones secundarias asociadas a lesiones dérmicas, anemia y estrés fisiológico en los hospederos (Jacobson, 2007). En este contexto, el ectoparasitismo por ácaros en geckos puede tener implicancias ecológicas y sanitarias relevantes, representando una amenaza para la conservación de las especies de geckos con riesgos de extinción (Fajfer, 2015; Machado, 2016).

I.3. Objetivos

Objetivo general

- Determinar la diversidad de ácaros ectoparásitos en especies de geckos del género *Phyllodactylus* presentes en huacas de Lima Metropolitana.

Objetivos específicos

- Identificar las especies del género *Phyllodactylus* que habitan las huacas de Lima Metropolitana.
- Identificar los ácaros ectoparásitos recuperados de las especies de *Phyllodactylus.*
- Determinar la prevalencia e intensidad de ectoparasitismo en las especies de *Phyllodactylus*.
- Determinar la preferencia de los ácaros ectoparásitos por micronichos corporales en

especies del género *Phyllodactylus*.

I.4. Importancia y alcance de la investigación

El gecko de Lima, *P. sentosus*, es una especie endémica de la costa central del Perú, cuya distribución se restringe a la provincia de Lima y la provincia constitucional del Callao, donde habita principalmente en complejos arqueológicos y ambientes urbanos asociados (Arana et al., 2023; Cossíos & Icochea, 2006). Está categorizada como "En Peligro Crítico" (SERFOR, 2018). La creciente urbanización de Lima ha fragmentado el hábitat de *P. sentosus*, creando aislamiento poblacional y debido a la baja diversidad genética ha ocasionado que las especies reduzcan su capacidad de adaptación (Arana et al., 2023). Esta situación, sumada a la disminución de la calidad del hábitat, expondría a los geckos a una mayor vulnerabilidad por infestación de ácaros y en consecuencia el potencial riesgo de extinción local de la especie hospedera.

Estudiar el impacto directo de los ectoparásitos en poblaciones de geckos es complejo por sus características biológicas, el análisis de la diversidad, prevalencia e intensidad del ectoparasitismo por ácaros ofrece una base para estudios sobre las amenazas biológicas que enfrentan las poblaciones fragmentadas de *Phyllodactylus*. Al centrarse en la diversidad e identificación taxonómica de los ácaros ectoparásitos asociados a *Phyllodactylus*, el presente estudio contribuirá al conocimiento de la fauna parasitaria que afecta a especies hospederas urbanas y a reconocer a las huacas de Lima, Patrimonio Cultural, como refugios para estas especies. Asimismo, se espera que los resultados obtenidos sirvan como base para próximas investigaciones orientadas a evaluar los posibles riesgos biológicos y ecológicos derivados del ectoparasitismo en estos sistemas.

I.5. Limitaciones y restricciones del estudio

Por los hábitos nocturnos de los geckos, se encontraron limitaciones de acceso, ya que no fue fácil conseguir los permisos para las visitas a varias huacas de Lima Metropolitana. Asimismo, se tuvieron que sortear trámites burocráticos ante el Ministerio de Cultura del Perú, entidad encargada de la protección de los bienes arqueológicos e históricos. También se presentaron dificultades durante la colecta del material biológico, tales como las zonas peligrosas por la hora de la colecta, falta de iluminación, escasa vigilancia, así como la presencia de personas y animales potencialmente hostiles, afectando los muestreos programados y limitando las zonas de colectas consideradas para el estudio.

Las condiciones climáticas a lo largo del año influyeron en la actividad de los geckos, observándose una menor cantidad de individuos durante los meses más fríos. Sin embargo, el muestreo se realizó en distintas épocas del año, incluyendo periodos de mayor temperatura en los que se obtuvo un mayor número de registros, por lo que esta variación responde a cambios estacionales y no a una limitación del diseño de muestreo. Asimismo, el posible efecto del clima sobre los ácaros ectoparásitos no fue evaluado de manera específica, por lo que la prevalencia observada debe interpretarse en función de la disponibilidad de hospederos.

La falta de información previa sobre ácaros ectoparásitos en *Phyllodactylus* de Lima Metropolitana dificultó la identificación para la comparación de las especies en los diferentes micronichos.

II. Revisión literaria

II.1. Marco teórico

II.1.1. Distribución de *Phyllodactylus* a nivel global y regional

Los geckos del género *Phyllodactylus* constituyen un modelo de investigación para tratar problemas evolutivos, ecológicos y poblacionales (Quispe, 2015). En América se encuentran en hábitats rocosos y desérticos (Ramírez-Reyes & Flores-Villela, 2018). En América del Norte se registran especies en México y en el sur de Estados Unidos; en este último, el género está representado por *P. nocticolus* en el extremo sur de California, cuya distribución se extiende hacia la península de Baja California en México (Dixon, 1964; Hammerson, 2019). En México estan especies como *P. tuberculosus* y *P. xanti* (Blair et al., 2013; Ramírez-Reyes & Flores-Villela, 2018), mientras que en América Central se encuentran en países como El Salvador, Guatemala, Nicaragua, Honduras y Belice, donde especies como *P. tuberculosus* son comunes (McCranie & Blair, 2013; Mertens, 1952; Uetz et al., 2021). En el Caribe, el género se encuentra en República Dominicana, Puerto Rico y Aruba, con especies como *P. hispaniolae* y *P. martini* (Hummelinck, 1940; Weiss & Hedges, 2007). En América del Sur, las especies del género se distribuyen en países como Ecuador, Colombia, Venezuela, Chile y Perú, donde se reportan especies como *P. kofordi*, *P. delsolari*, *P. johnwrighti* y *P. duncanensis* (Arteaga et al., 2019; Rivero, 1968; Valencia-Zuleta et al., 2014).

En Perú, el género *Phyllodactylus* se distribuye principalmente en el occidente del país, ocupando una variedad de hábitats que van desde los desiertos costeros en el sur hasta bosques secos en el norte (Catenazzi & Donnelly, 2007a). En la costa peruana se registran 11 especies del género, de las cuales cinco corresponden a la costa central y dos son

endémicas de Lima: *Phyllodactylus lepidopygus* y *Phyllodactylus sentosus* (Uetz et al., 2021). *Phyllodactylus sentosus*, conocida como el gecko de Lima o gecko de dedos de hoja, se encuentra en "Peligro Crítico" debido a que enfrentan un riesgo extremadamente alto de desaparecer en estado silvestre, con poblaciones reducidas a unos pocos individuos o hábitats gravemente fragmentados y además está incluida en el *Libro Rojo de la Fauna Silvestre del Perú* (SERFOR, 2018; Venegas et al., 2017).

Estas especies habitan en ecosistemas desérticos, playas y zonas arqueológicas (Huey, 1979). *Phyllodactylus lepidopygus* se asocia a la vegetación de lomas y valles, pudiendo alcanzar altitudes superiores a los 1500 m s.n.m. (Magán, 2010). Por su parte, *P. sentosus* se restringe principalmente a complejos arqueológicos dentro de Lima, con registros entre los valles de los ríos Rímac y Lurín y una extensión hacia el valle del río Chillón en la Huaca Tambo Inga (Olivera et al., 2016). Entre los sitios específicos de Lima que registran geckos de este género, están los complejos arqueológicos de Mateo Salado, San Marcos, Maranga, Pucllana, Pachacamac y Lomas de Lachay, expuestos a amenazas como fragmentación de hábitat, deterioro de refugios y depredación por especies introducidas (Arana et al., 2023; Cossíos & Icochea, 2006; Pérez & Balta, 2011; Valdez 2016; Fernández, 2019).

Los estudios sobre *Phyllodactylus* en el norte del Perú abordan principalmente su distribución y dieta (Catenazzi & Donnelly, 2007a; b; Huey, 1979). En el sur del Perú y parte del norte de Chile, las investigaciones se centran en la distribución geográfica y los microhábitats desérticos que ocupan (Capetillo et al., 1991; Taucare-Rios & Piel, 2020). En el centro del Perú, en los departamentos de Ica y Lima, se investigan aspectos ecológicos, demográficos y de conservación de los geckos del género *Phyllodactylus*, los estudios incluyen la ecología de *P. angustidigitus* y *P. gerrhopygus* en la Reserva Nacional de Paracas

(Perez & Balta, 2011), el ensamblaje ecológico de *P. sentosus* y *P. microphyllus* en el Santuario de Pachacamac, la dinámica poblacional y la historia demográfica de *P. sentosus.*, así como áreas prioritarias para su conservación (Arana et al., 2023; Fernández, 2019; Magan, 2010; Mendoza et al., 2023).

A pesar de la aparente extensa distribución geográfica de *Phyllodactylus*, la conectividad entre poblaciones y la disponibilidad de hábitats adecuados se han visto seriamente amenazadas, en particular, en áreas urbanas como Lima (Arana et al., 2023). La expansión urbana ha fragmentado los hábitats naturales de *Phyllodactylus sentosus*, especialmente en las huacas preincaicas de Lima, que, aunque protegen a la especie, están rodeadas por urbanizaciones (Cossíos & Icochea, 2006), lo que incrementa el aislamiento de las poblaciones, creando un "cuello de botella" genético (Arana et al., 2023). Este fenómeno reduce la variabilidad genética y aumenta el riesgo de extinción local, considerando que las poblaciones aisladas tienen menos probabilidades de intercambiar material genético, limitando la capacidad de adaptación y supervivencia frente a amenazas ambientales y biológicas (Frankham et al., 2010).

II.2. Antecedentes de ectoparásitos en geckos

El ectoparasitismo por ácaros en reptiles es moderadamente conocido; varias especies de geckos del género *Phyllodactylus* son hospederos de ácaros ectoparásitos, principalmente del género *Geckobia* (Fajfer, 2015). Los ácaros ectoparásitos pueden tener un impacto significativo en la salud de los geckos; en casos de infestación elevada, provocan debilitamiento por pérdida de sangre e incluso pueden afectar la reproducción (Machado et al., 2019). Sin embargo, no está claro si en todos los casos esta relación afecta negativamente al hospedero (Fajfer, 2012).

A nivel mundial, los ácaros del género *Geckobia* comprenden más de 70 especies que parasitan reptiles de diferentes familias, siendo especialmente comunes en los géneros *Hemidactylus* y *Phyllodactylus* (Fajfer, 2015; Machado, 2016). En América, se ha documentado su asociación con diversos geckos, como en Cuba, donde *Geckobia hemidactyli* parasita a *Hemidactylus mabouia* (Borroto-Páez et al., 2020; Martínez Rivera et al., 2003), así como en México, donde se describió *Geckobia leonilae* sobre *Phyllodactylus lanei* (Hoffmann & Morales, 2022), y en Chile, con el registro de *Geckobia gerrhopygus* parasitando a *Phyllodactylus gerrhopygus* (Fajfer, 2015). Estas asociaciones se presentan principalmente en especies que habitan ecosistemas tropicales y desérticos (Fajfer, 2018).

A pesar de la distribución global de estos ácaros, su estudio en el Perú es incipiente, especialmente en la costa central, donde se concentra una alta diversidad de geckos.

En este contexto, la relación de los geckos del género *Phyllodactylus* con su entorno incluye interacciones interespecíficas, como el ectoparasitismo, que podría afectar sus poblaciones (Leonardo-González et al., 2025). Díaz et al. (2020) demostraron que *Hemidactylus frenatus*, una especie invasora en Colombia, es hospedera de ácaros del género *Geckobia*; aunque no se ha comprobado su transmisión a geckos nativos, la presencia de especies invasoras puede alterar la dinámica poblacional, por lo que resaltan la necesidad de evaluar la prevalencia de parásitos tanto en especies invasoras como nativas.

Los ácaros (Acari) son artrópodos de la clase Arachnida y constituyen el linaje más diverso dentro de los quelicerados, con más de 55 000 especies descritas a nivel mundial (Dunlop et al., 2013; Krantz & Walter, 2009), presentan una distribución cosmopolita, siendo tanto de vida libre como parásita (Krantz & Walter, 2009). El orden Trombidiformes (Acariformes) se divide en dos subórdenes que son Sphaerolichida y Prostigmata (Krantz & Walter, 2009).

El suborden Prostigmata agrupa a 36 superfamilias, estas incluyen a organismos capaces de establecer relaciones de simbiosis con otras especies (Krantz & Walter, 2009; Muciño, 2024), dentro de este suborden está la superfamilia Pterygosomatoidea con una única familia (Pterygosomatidae) que comprende 200 especies de ácaros parásitos en 12 géneros (*Bertransiella, Bharatoliaphilus, Callopistiella, Geckobia, Geckobiella, Ixodiderma, Neopterygosoma, Pimeliaphilus, Pterygosoma, Scaphotrix, Tequisistlana, Zonurobi*a) (Muciño, 2024).

Los ácaros de la familia Pterigosomatidae infestan artrópodos, lagartijas, tortugas y aves, en todo el mundo, excepto en la Antártida (Bertrand & Pedrono, 1999; Fajfer, 2012; Fajfer & Karanth, 2022; Paredes-León et al., 2012; Prasad, 1975), algunos géneros de esta familia que parasitan lagartijas presentan especificidad hacia los hospederos y se asocian con especies que pertenecen a familias cercanas filogenéticamente (Fajfer, 2020; Muciño, 2024; Paredes-León et al*.,* 2012). Las familias de lagartijas hospederas de ácaros son: Gekkonidae, Phyllodactylidae, Diplodactylidae, Carphodactylidae, Eublepharidae y Liolaemidae (Fajfer & Karanth, 2022). En las familias Gekkonidae y Phyllodactylidae, los ácaros suelen encontrarse debajo de las escamas y en regiones específicas (Fajfer, 2012). El parasitismo de ácaros asociado a estas familias se pudo haber desarrollado como consecuencia del cambio de hospedero de artrópodos a reptiles (Bochkov & O'Connor, 2006; Fajfer, 2012).

Los Pterigosomatidae como ectoparásitos en Phyllodactylidae son causantes de serios problemas de salud (Klukowski, 2004). Los efectos perjudiciales del ectoparásito al hospedero incluyen lesiones cutáneas, dermatitis, inflamación y activación inmune (García-De la Peña et al*.,* 2010; Goldberg & Bursey, 1991; Machado, 2016), en casos severos de infestación, ocasionan anemia y muerte (Goldberg & Holshuh, 1993; Klukowski, 2004,

Domrow, 1981).

Los ácaros ectoparásitos también pueden ser vectores de patógenos, como es el caso de *Geckobiella texana,* vector de un apicomplexo (*Schellackia occidentalis*) que causa deformación de los eritrocitos en los hospederos *Sceloporus occidentalis* y *Uta stansburiana* (Bonorris & Ball, 1955; Newell, 1964), otro caso es el de *Hirstiella pelaezi*, descrito por Cunliffe en 1949 como un nuevo ectoparásito en reptiles de México, probable vector de *Plasmodium mexicanum*, causante de la enfermedad sanguínea en reptiles (Bonorris & Ball, 1955).

Estudios sobre cargas parasitarias por individuo indican que los ácaros presentan preferencia por ubicarse en microhábitats específicos del cuerpo (micronichos) del hospedero: flancos, superficie posterodorsal de los miembros pelvianos, depresión espinal, cuello, mejillas, orificios auditivos y también en pliegues de la piel, denominados "Mite pockets" donde los hospederos no pueden rascarse con facilidad, ubicados en la cabeza, miembros axilares y postfemorales (Bertrand & Mondry, 2004; Dumeril, 1854; Muciño, 2024; Nascimento de Oliveira et al. 2019; Werman, 1983), en algunos pocos casos en la región pericloacal (Fajfer, 2012). La carga parasitaria en los hospederos corresponde a factores genéticos, edad, tamaño, niveles hormonales, clima, hábitat, sexo, donde los machos son más propensos a estas infestaciones (Cox & John-Alder, 2007; García-De la Peña et al., 2010; Klein, 2004).

I.2.1. Ácaros que parasitan a *Phyllodactylus* en Perú

En Perú, los estudios sobre los ácaros que afectan a *Phyllodactylus* son limitados, pero han proporcionado información importante sobre los parásitos presentes en algunas especies de geckos. Un estudio realizado por Quiroz-Gutiérrez et al. (2015) en Trujillo, La Libertad, documentó la presencia de los ácaros *Geckobia aureae* y *Bertrandiella campensis* en

Phyllodactylus microphyllus. Este hallazgo marcó el primer registro del género *Bertrandiella* como ectoparásito en el Perú. Posteriormente, en Arequipa, Machado et al. (2019) describieron a *Geckobia andina* y *Geckobia circumdata* parasitando a *Phyllodactylus gerrhopygus* en Cerro Verde, Arequipa.

La información sobre los ácaros que afectan a las especies de *Phyllodactylus* en la costa central del Perú sigue siendo escasa. Si bien se ha reportado la presencia de al menos dos especies del género *Phyllodactylus* en complejos arqueológicos de Lima Metropolitana, no se han realizado estudios exhaustivos sobre las infestaciones de ácaros en estas especies.

II.3. Técnicas para la identificación taxonómica de los ácaros

II.3.1. Técnicas de aclarado de ácaros para identificación

Para facilitar la identificación de ácaros, es necesario aclararlos y montarlos en portaobjetos, lo que permite la observación detallada de sus características morfológicas. Se emplean diferentes agentes aclaradores, siendo el más común el lactofenol, una mezcla de ácido láctico, fenol y glicerina, que se utiliza tanto para aclarar como para montar ácaros, esta técnica es eficaz para preservar la morfología de los ácaros, especialmente aquellos con estructuras delicadas. Sin embargo, su acción es lenta y, en ocasiones, los ácaros no liberan todo su contenido de manera completa (Liburd et al., 2020).

Otra técnica emplea hidróxido de potasio (KOH 10%), que es eficaz para disolver tejidos blandos, permitiendo un aclarado rápido de ciertos tipos de ácaros o especímenes endurecidos (Liburd et al., 2020). Este proceso se puede acelerar mediante el calentamiento en tubos de ensayo (Krantz & Walter, 2009). No obstante, en muestras pequeñas, esta técnica puede no ser viable debido a la falta de control sobre el nivel de aclarado y el riesgo de

pérdida de la muestra (Faraji & Bakker, 2008). Otras alternativas incluyen soluciones acuosas de ácido láctico al 50-95 % para ácaros de cuerpo blando, ácido láctico puro coloreado con lignina rosa para ácaros tetraníquidos, fluidos de Nesbitt y fluidos de Andre (Liburd et al., 2020).

II.3.2. Técnicas para el montaje de ácaros

Para montajes semi-permanentes, el medio de Hoyer es utilizado porque permite montar la preparación mientras aclara gradualmente los tejidos, facilitando la visualización de caracteres; sin embargo, su estabilidad a largo plazo es limitada, debido a que tiende a cristalizarse o perder contraste en comparación con montajes a base de alcohol polivinílico (PVA) o las formulaciones tipo Berlese (Jacinavicius et al., 2013).

II.3.3. Técnicas de aclarado de ácaros mediante fenol-xilol

El aclarado de tejidos utilizando xilol es una técnica establecida en histología para mejorar la transparencia de las muestras, ya que elimina restos de agua y lípidos residuales, facilitando la infiltración de parafina (Alwahaibi et al., 2018). Por otro lado, el fenol disuelve lípidos de membranas celulares y actúa como agente deshidratador y deslipidizante (Heipieper et al., 1991), el enfoque de utilizar estos dos reactivos combinados reduce el tiempo de acción para transparentar los tejidos, dado que el xilol tambien tiene propiedades deshidratantes y lipofílicas (Ganesan et al., 2016).

Este criterio ha sido utilizado en estudios de entomología, como los de Cassino (1999), que aplicó esta técnica en insectos, específicamente para el aclaramiento de puparios de moscas blancas para mejorar la visibilidad de las estructuras morfológicas sin comprometer la integridad del espécimen. El proceso aplicado en el presente estudio consiste en colocar una

gota de fenol sobre la muestra, seguido de un breve período de reposo. A continuación, se añade una gota de xilol, repitiendo este ciclo de alternancia entre ambos compuestos varias veces hasta que se logre la transparencia adecuada. Este método aunque poco documentado facilita una mejor visualización de estructuras y es particularmente útil en estudios taxonómicos (Cassino, 1999; Upton & Mantle, 2010), permitiendo la identificación de los ácaros.

Actualmente se proponen alternativas menos tóxicas frente al uso del xilol en histología, como UltraClear™, sin embargo, estas no igualan la eficacia del xilol en términos de rapidez y calidad del aclarado (Alwahaibi et al., 2018). El uso del xilol, al igual que el fenol, demanda mayor protección por lo que se han tomado medidas apropiadas para manejo en el presente estudio. Se recomienda manipularlo en campana de extracción y con ventilación adecuada (SafeWork NSW, 2023). El equipo de protección personal incluye guantes resistentes a químicos, gafas, bata de laboratorio y respiradores con cartuchos para vapores orgánicos para exposiciones elevadas (CCOHS, 2023). Además los reactivos deben almacenarse dentro de campanas en recipientes cerrados, etiquetados, de preferencia en frascos ámbar opacos, en lugares frescos y ventilados (MSDS FMP, 2023).

III. Hipotesis

Hipótesis nula (H_0)

No existe una alta diversidad de ácaros ectoparásitos en las especies de *Phyllodactylus* en las huacas de Lima Metropolitana.

Hipótesis alternativa (H_1)

Existe una alta diversidad de ácaros ectoparásitos en las especies de *Phyllodactylus* en las huacas de Lima Metropolitana.

IV. Materiales y métodos

IV.1. Área de estudio

El área de estudio comprendió las huacas y complejos arqueológicos de Lima Metropolitana, principalmente en los distritos de San Isidro, Miraflores, Cercado de Lima, Magdalena del Mar y San Miguel, algunos de estos lugares presentan antecedentes de avistamientos del gecko de Lima, *Phyllodactylus sentosus (*Arana et al., 2023).

Entre las huacas seleccionadas para el muestreo, estan las del complejo arqueológico Maranga, que incluye a las huacas dentro del zoológico Parque de las Leyendas y la huaca San Marcos. Tambien la huaca Mateo Salado, Palomino, Corpus I y II, La Luz I y II, Chica, Huantinamarca, Huantille y la huaca Pucllana las mismas que difieren en estructura y estado de conservación.

Para el muestreo, en cada una de las huacas se gestionaron los permisos correspondientes ante las autoridades competentes, principalmente el Ministerio de Cultura, a través de las administraciones de cada recinto arqueológico, así como ante las municipalidades distritales correspondientes, según el caso. Cabe indicar que para algunas huacas como huaca Culebra no se obtuvo el permiso por ausencia del personal para realizar el trámite respectivo. En las huacas Limatambo, Huallamarca y Santa Catalina no se ingresó por limitaciones administrativas, entre otras. Mientras que en otras huacas como Santa Cruz, San Borja, Julio C. Tello y La Casa Rosada, fueron accesibles para la investigación, pero solo en horario diurno, retringiendo el muestreo, si se consideran los hábitos nocturnos de máxima actividad

de los geckos.

El muestreo eficaz de geckos se llevó a cabo durante las primeras horas de la noche, focalizando la mayor actividad de los hospederos en grietas, muros y zonas con sombra, pese a la influencia de factores antropogénicos que perturban el área de estudio, como la iluminación artificial, presencia de visitantes y de animales como gatos y perros.

La delimitación geográfica y ambiental aseguró que los sitios seleccionados proporcionen una muestra representativa de los geckos urbanos de Lima Metropolitana, permitiendo el estudio de la diversidad de ácaros ectoparásitos asociados a esta especie.

IV.1.1. Lugares arqueológicos seleccionados para el muestreo

Este estudio ha contado con los permisos del Ministerio de Cultura y autorización de los responsables de museos, sitios arqueológicos autónomos y/o municipalidades correspondientes, con el propósito de garantizar que el muestreo de geckos haya respetado las normativas de protección del patrimonio cultural.

De un potencial de 31 huacas para el monitoreo de geckos, se seleccionaron 22, de estas, 11 correspondieron al interior del Patronato del Parque de las Leyendas (PPL), consideradas en conjunto como única localidad de registro y otras once distribuidas en otros distritos. Las nueve restantes no fueron seleccionadas por limitaciones logísticas vinculadas a las instituciones administradoras, pese a la gestión realizada.

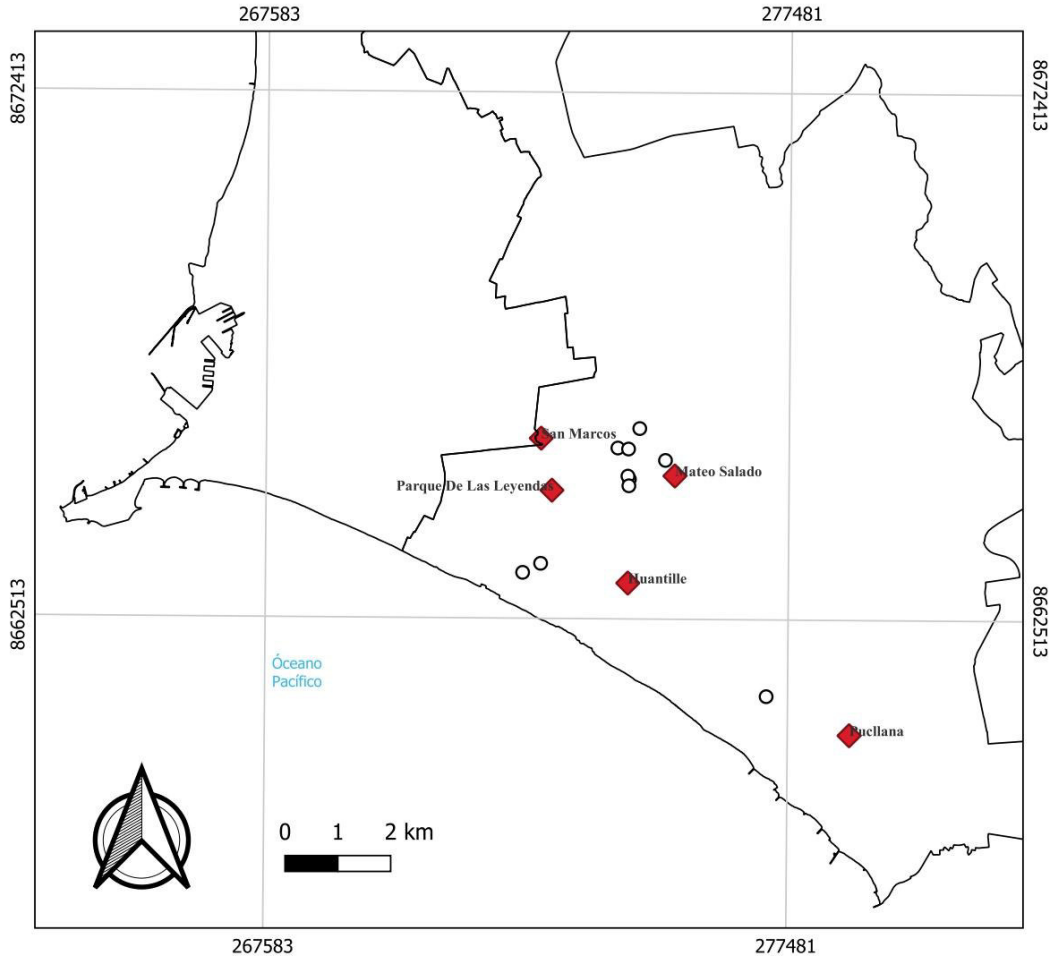

Figura 1. Localidades con registro de geckos en Lima Metropolitana (rombos rojos): huacas del Parque de Las Leyendas, San Marcos, Mateo Salado, Huantille y Pucllana. Localidades sin registro de geckos (círculos blancos): Huaca Chica, Huantinamarca, Palomino, Corpus I, Corpus II, La Luz I, La Luz II, La Casa Rosada*, Santa Cruz*. *Exploración diurna de las huacas.

Para el análisis espacial y comparativo realizado en este estudio, se seleccionaron cinco localidades representativas en la zona urbana de Lima (Zona 18S, WGS84): el Parque de las Leyendas (San Miguel; 272990 E, 8664570 N), la Huaca Mateo Salado (Cercado de Lima; 275595 E, 8664743 N), la Huaca Huantille (Magdalena del Mar; 274561 E, 8662572 N), la Huaca Pucllana (Miraflores; 278767 E, 8659749 N) y la Huaca San Marcos (Cercado de Lima; 273000 E, 8665339 N) (Fig. 1).

Los individuos fueron georreferenciados y representados cartográficament. Se elaboraron mapas por sitio indicando los puntos de registro, sectores estructurales y áreas no accesibles o no muestreadas.

IV.3. Diseño de investigación

La presente investigación es de tipo cuantitativa, transeccional y descriptiva (Hernández-Sampieri et al., 2014). Es cuantitativa porque se emplearon datos numéricos para determinar la diversidad de los ácaros ectoparásitos en las especies de *Phyllodactylus* mediante el análisis de la frecuencia y distribución de estos en las huacas de Lima Metropolitana. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva para la intensidad parasitaria, índices de diversidad alfa (Shannon, Simpson y Pielou) para comparar la estructura de las comunidades de ácaros entre especies hospederas, y pruebas de inferencia no paramétrica para evaluar la asociación entre los taxones de ácaros y su distribución en los micronichos corporales

Es transeccional, dado que los datos se obtuvieron en un único período de tiempo a través de muestreos realizados en las huacas de Lima Metropolitana. No se analizaron cambios a lo largo del tiempo, sino que se estudió la situación actual de la diversidad de los ácaros en las especies de *Phyllodactylus*.

IV.4. Población y muestra

Este estudio se ha desarrollado contando con el permiso de la *Autoridad Nacional Forestal y de Fauna Silvestre* (SERFOR) - N° de expediente: 2024-0058395 SERFOR. Cuidando que las actividades de recolección de ácaros y manejo de geckos cumplan con los requisitos legales y éticos establecidos para la protección de fauna local.

La muestra estuvo conformada por 96 geckos del género *Phyllodactylus* que habitan en complejos arqueológicos (Arana et al., 2023; Valdez et al., 2020, Venegas et al., 2017). Estos fueron colectados temporalmente, entre las 18 y 22 horas mediante búsqueda intensiva (4 horas/persona). En total, el esfuerzo de muestreo acumulado para cada una de las localidades fue de 24 horas/persona.

Los eventos de búsqueda se realizaron principalmente en los meses de marzo, abril, mayo y septiembre, en los que se obtuvo mayor número de registros. También se realizaron evaluaciones en meses de menor temperatura; sin embargo, la actividad de los geckos fue reducida, por lo que los muestreos se concentraron en periodos de mayor detectabilidad (Taucare-Ríos et al., 2025).

En las evaluaciones propias de esta investigación se ha priorizado el bienestar de los hospederos empleando el menor tiempo posible de manejo para reducir el estrés. Las especies hospederas se identificaron utilizando claves taxonómicas de Dixon & Huey (1970), para tal efecto se tomaron fotografías con el propósito de verificar la especie con el asesoramiento del especialista José Pérez Zúñiga, docente de la Facultad de Ciencias Biológicas (UNMSM).

IV.5. Procedimientos y técnicas

IV.5.1. Procedimientos y protocolos

IV.5.1.1. Colecta temporal de geckos

La búsqueda nocturna se realizó con linternas de cabeza (modelo W685-5) y linterna de mano (modelo OP.LM1725), complementadas con una lupa con luz led para la inspección superficial de los hospederos en campo. Los geckos registrados se identificaron utilizando la clave taxonómica morfológica de especies sudamericanas del género *Phyllodactylus* (Dixon

& Huey, 1970), basada en caracteres escutelares, lamelares y de coloración; posteriormente, los individuos se inspeccionaron utilizando guantes descartables para examinar los micronichos con mayor prevalencia de ácaros ectoparásitos por individuo. Estos micronichos se ubicaron en zonas: de la cabeza, tronco y cola (Fig. 2). En la zona de la cabeza se identificaron los micronichos: orbital, auricular, gular y cuello. En el tronco están: flancos, inguinal, dorsal, ventral, axilar, miembros anteriores y posteriores. En la zona de la cola: pericloacal y la cola dorsal (Fajfer, 2012; Quiroz-Gutiérrez et al., 2015). Localizados los ácaros en los micronichos, los geckos fueron ecto-desparasitados, mediante la técnica de separación directa, sobre una bandeja plástica blanca; para ello se utilizaron hisopos humedecidos con alcohol al 70% para realizar el frotis en los micronichos, los artrópodos se conservaron en tubos de captura de 5ml con alcohol al 70% (Besné et al., 2006; Muñoz et al., 2017; Quiroz-Gutiérrez et al., 2015); luego fueron trasladados al Laboratorio de Entomología Médica & Veterinaria FCB-UNMSM.

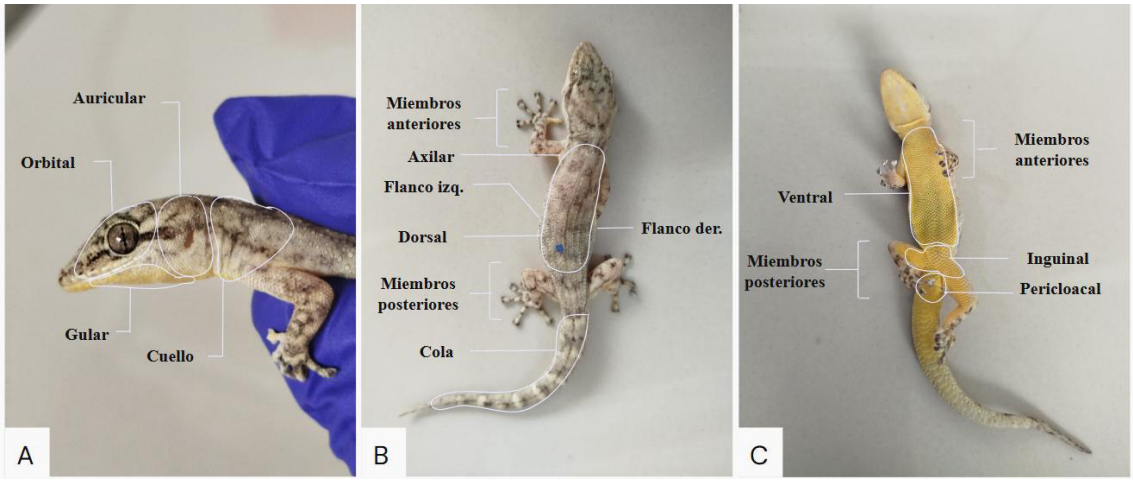

Figura 2. *Phyllodactylus* sp. Micronichos del hospedero examinados. A. lateral, B. dorsal, C. ventral. Los contornos representan áreas funcionales consideradas en el análisis.

En el Laboratorio de Entomología Médica & Veterinaria FCB-UNMSM, se registró la procedencia de los ácaros recuperados de cada micronicho del gecko y los espécimenes se conservaron en tubos de colecta de plástico diferenciados. En campo, se registró el peso utilizando una balanza-pesola AVINET de 10 g. y se midió al hospedero con una regla plástica (longitud hocico-cloaca, SVL). Cada punto de colecta temporal fue georeferenciada. La extracción de ácaros se llevó a cabo reduciendo al mínimo condiciones de estrés para los hospederos, según procedimientos éticos establecidos para el bienestar de estos, sin exceder los 30 minutos para su liberación (Muñoz et al., 2017). Terminado el proceso se liberó al gecko en el mismo lugar de captura. Para el marcaje, se utilizó marcadores POSCA de color azul, aplicados en el dorso de los geckos, para distinguir a los geckos ya examinados. La composición de los marcadores usados fue a base de agua, libres de alcohol y solventes tóxicos que evitan daños a la piel del hospedero.

IV.5.1.2 Aclarado de ácaros ectoparásitos

Previo al aclarado, las muestras colectadas y conservadas en alcohol al 70% se hidrataron por dos minutos con agua destilada en placas petri (60×15 mm) para facilitar el examen morfológico, independientemente del estadio del ácaro (larva, protoninfa, deutoninfa, tritoninfa o adulto); para ello, se tomó en cuenta el número de patas (Krantz & Walter, 2009).

Para el aclarado de los ácaros se empleó un protocolo basado en la alternancia controlada de fenol y xilol. El procedimiento se realizó en un área con ventilación adecuada, utilizando mascarillas respiradoras 3M con cartuchos 6001 para reducir efectos nocivos de estos reactivos.

Para tal efecto, con ayuda de jeringas de tuberculina las muestras se trasladaron un

portaobjetos excavado (26×76 mm) previamente ubicado en una placa petri (100×20 mm), sobre el cual se colocó una gota de fenol, cubriendo con laminillas (16×16 mm y 22×22 mm) por 5 minutos, para que el fenol actúe en el tejido del ectoparásito.

Al término de 5 minutos, se retiró el fenol con cartuchos de papel filtro (1x1cm), luego se repuso el fenol, dejando actuar por un minuto, después del cual se limpió el entorno de la muestra y se añadió una gota de xilol; al término de un minuto ya se tuvo el espécimen aclarado y diafanizado. Caso contrario, se repitió el proceso. Logrado el aclarado se rehidrató la muestra con una batería descendente de alcoholes (96%, 80%, 70% y 45%) y agua destilada (Montiel et al., 2023; Pérez & Paredes-León, 2023).

IV.5.2. Montaje e identificación de ácaros

El montaje se realizó con la técnica de medio Hoyer con ayuda del microscopio estereoscopio ACCU-Scope 3075-FA, para tal efecto se colocó una gota del líquido al centro del portaobjetos - plano (26×76 mm) y con pinzas finas y/o agujas se acomodó la muestra en posición dorsal, sobre el cual se colocó el cubreobjetos circular, ejerciendo leve presión (Paredes-León et al., 2012; Paredes-León, 2019; Montiel et al., 2023; Fajfer & Karanth, 2022). Los montajes se colocaron en una plancha-estufa a temperatura de 40 a 55°C por tres minutos, en promedio; para eliminar burbujas de aire, si fuera el caso, el montaje se deja secar y cristalizar por dos días. Posteriormente se eliminó el excedente del líquido de Hoyer; y se procedió al sellado con esmalte transparente (Palacios-Vargas et al., 2022; Pérez & Paredes-León, 2023). El etiquetado de los montajes, al lado derecho de la lámina, incluye la ubicación del lugar de colecta, especie, código del hospedero, colector y fecha; en el lado izquierdo de la lámina, va la identificación taxonómica del ectoparásito; familia y especie, estadio, código

de muestra y medio de montaje.

La identificación de los ácaros se llevó a cabo utilizando un microscopio trinocular EUROMEX® iSCOPE IS.1153-PLi equipado con cámara digital USB 3.0 de 18 MP (AMSCOPE MU1803). Se utilizaron las claves taxonómicas de Krantz & Walter (2009), Hoffman (1990), Fajfer (2015, 2020) y Paredes-León et al., (2012, 2015).

IV.5.3. Análisis de datos

Los datos obtenidos en campo y laboratorio fueron organizados en una base de datos en Excel, indicando: código, localidad, fecha y coordenadas geográficas del punto de colecta, longitud hocico-cloaca del hospedero (SVL), peso, número total de ácaros, género del ectoparásito identificado y micronicho corporal ocupado.

La intensidad de ectoparasitismo por localidad se estimó a partir del número total de ácaros por individuo, calculándose la media y la desviación estándar (DE).

La prevalencia de ectoparasitismo se calculó como el porcentaje de individuos parasitados respecto al total de individuos examinados, según la fórmula:

$$P = \left(\frac{n}{N}\right) x\ 100$$

Donde *n* es el número de hospederos parasitados y *N* el número total de hospederos examinados.

Para caracterizar y comparar la estructura de la comunidad de ácaros entre *P. sentosus* y *P. reissii*, se empleó el Índice de Shannon-Wiener (H'), Índice de Dominancia de Simpson (D) y Equitatividad de Pielou (J').

Finalmente, para evaluar la preferencia por micronichos, los datos se agruparon en tres zonas (cabeza, tronco y cola) con el fin de evaluar la preferencia de los ácaros por diferentes regiones del cuerpo del hospedero. La asociación entre los taxones de ácaros identificados y las zonas corporales ocupadas fue evaluada mediante la prueba de chi-cuadrado de independencia, utilizando las frecuencias observadas. Los grados de libertad se calcularon como $(r - 1)(c - 1)$, donde *r* corresponde al número de categorías de los taxones de ácaros y *c* al número de zonas corporales evaluadas. Se consideró un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

V. Resultados

V.1. Presencia de geckos en huacas de Lima Metropolitana

De las 22 huacas estudiadas, sólo en 11 se capturaron geckos. Se registraron tres especies pertenecientes al género *Phyllodactylus*: *P. sentosus*, *P. reissii* y *P. lepidopygus*. Siete de las localidades positivas se ubican en el Patronato del Parque de las Leyendas (PPL) (97 hectáreas). Otras localidades donde se registraron geckos fueron las huacas de San Marcos (69 hectáreas), Mateo Salado (16.4 hectáreas), Huantille (1.11 hectáreas) y Pucllana (6 hectáreas) (Fig. 1).

V.1.1. Distribución espacial de las especies de *Phyllodactylus* registradas.

Huacas del Parque de Las Leyendas

Se encontró un total de 29 individuos de *Phyllodactylus*, pertenecientes a dos especies, *P. sentosus* (22) y *P. reissii* (7). Los registros se concentraron principalmente en el sector central y oriental del complejo, con mayor frecuencia en Tres Palos, La Palma y 55E (Figs. 3–4).

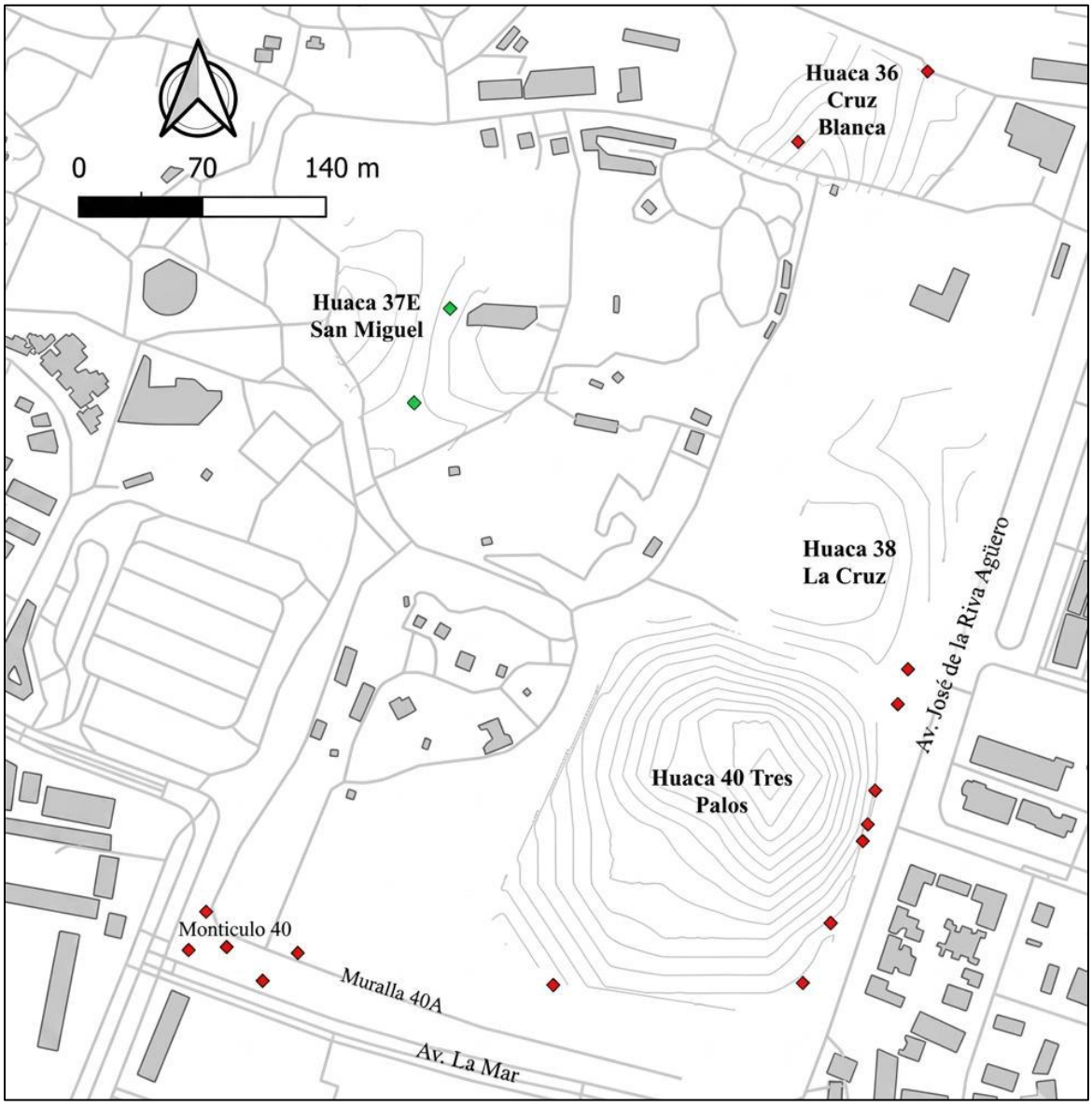

Figura 3. Distribución espacial de *Phyllodactylus* spp. en las huacas del sector norte y central del Parque de las Leyendas. Se muestran los puntos de registro en las huacas Cruz Blanca (36), San Miguel (37E), La Cruz (38), Tres Palos (40), Montículo 40 y Muralla 40A. Los símbolos indican las ubicaciones de observación en

zonas perimetrales y sectores sur y este de las estructuras. Rombos rojos: *P. sentosus*, Rombos verdes: *P. reissii*.

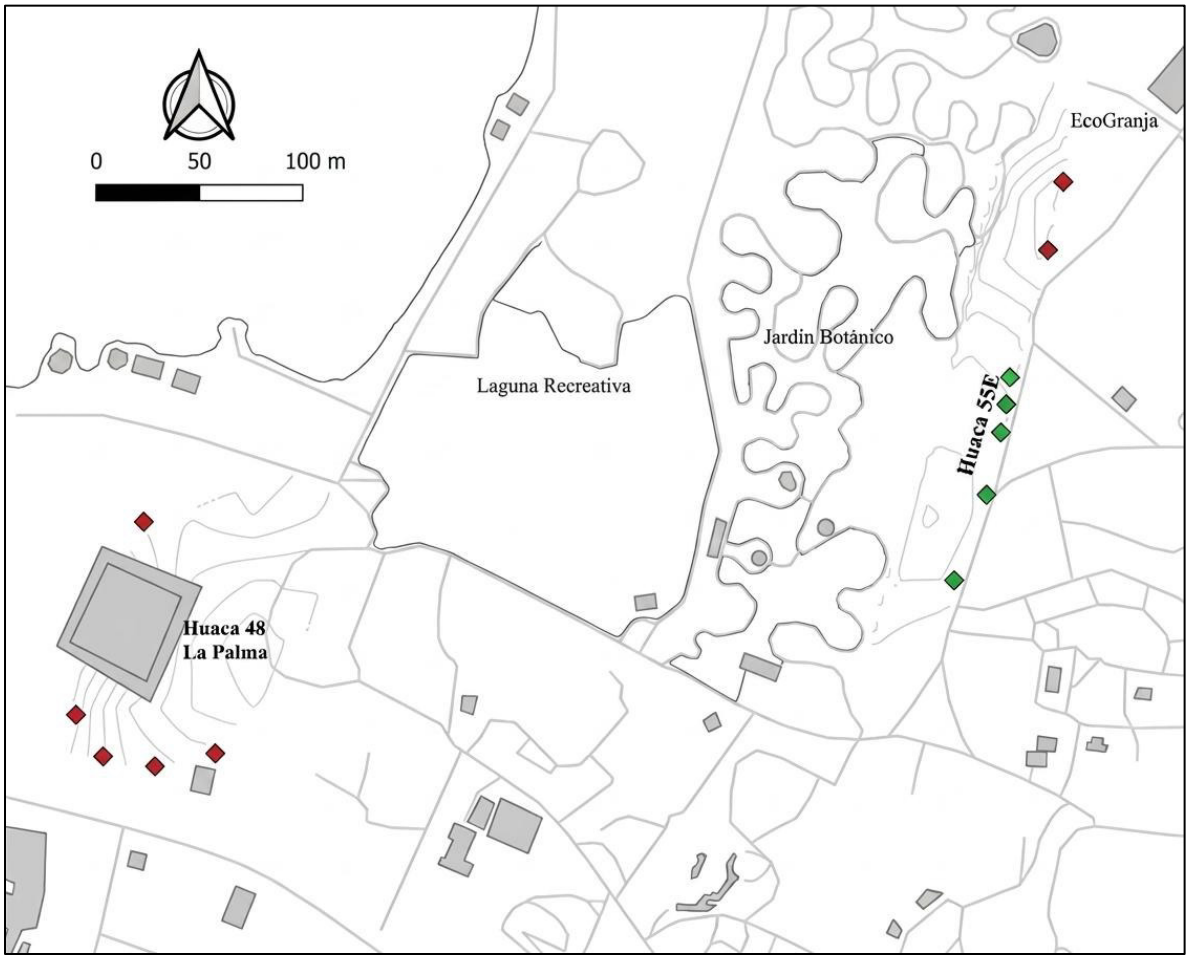

Figura 4. Distribución espacial de *Phyllodactylus* spp. en las huacas del sector suroriental del Parque de las Leyendas. Los puntos de muestreo corresponden a las huacas La Palma (48) y 55E, localizadas próximas a la Laguna Recreativa, el Jardín Botánico y la EcoGranja. Rombos rojos: *P. sentosus*, Rombos verdes: *P. reissii*.

Huaca San Marcos

Se encontró un total de 22 individuos de *P. sentosus*. Los registros se distribuyeron principalmente en los sectores norte y central del montículo (Fig. 5).

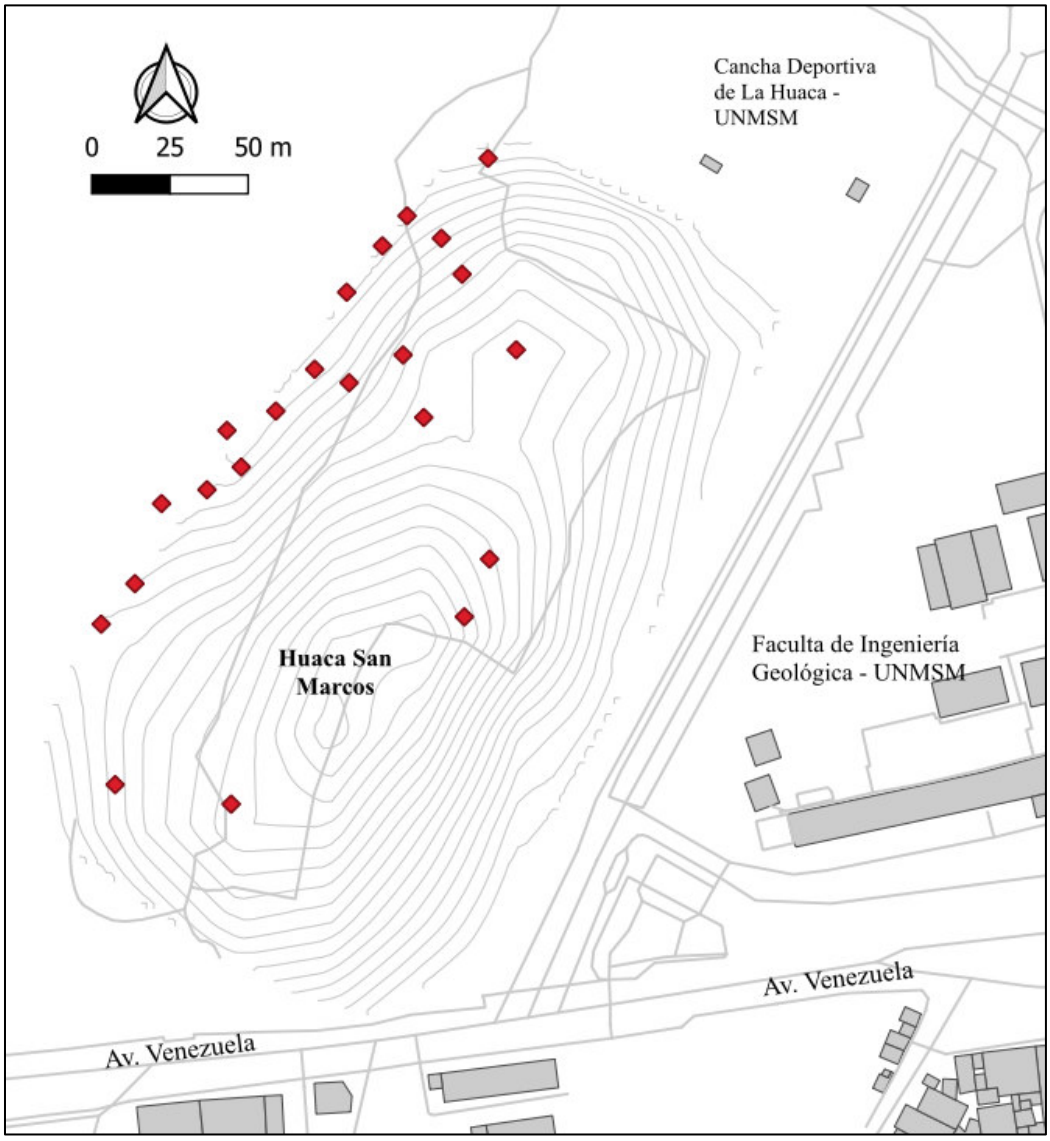

Figura 5. Registros de *Phyllodactylus sentosus* en sectores con pendiente y material suelto de la Huaca San Marcos.

Huaca Mateo Salado

Se encontró un total de 17 individuos pertenecientes a dos especies, *P. sentosus* (10) y *P. reissii* (7). Los registros se agruparon en torno a las Pirámides A y B, con mayor concentración en el flanco oriental de la Pirámide B (Fig. 6). No se obtuvieron datos en la zona intermedia entre las Pirámides A y B (cuadrante gris en el mapa) ni en el sector suroeste cercano a Plaza La Bandera, debido a la presencia permanente de terceros que impidió el acceso y la evaluación de dichas áreas.

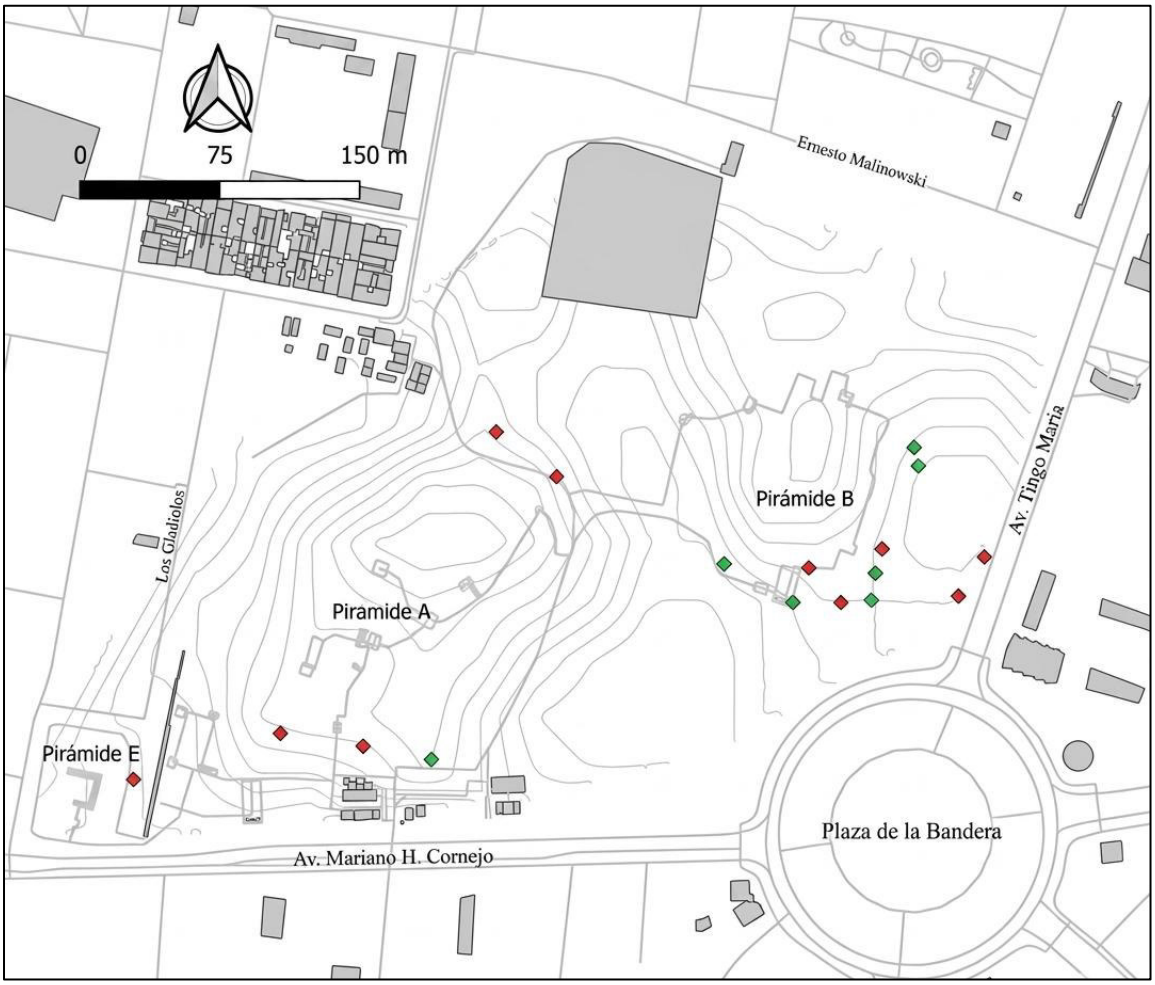

Figura 6. Distribución espacial de *Phyllodactylus* en la Huaca Mateo Salado, con registros concentrados en las Pirámides A y B, con ausencia de avistamientos en sectores invadidos. Rombos rojos: *P. sentosus*, Rombos verdes: *P. reissii*.

Huaca Huantille

Se registró un único individuo en el flanco sur del complejo, sin otros registros en el sitio (Fig. 7).

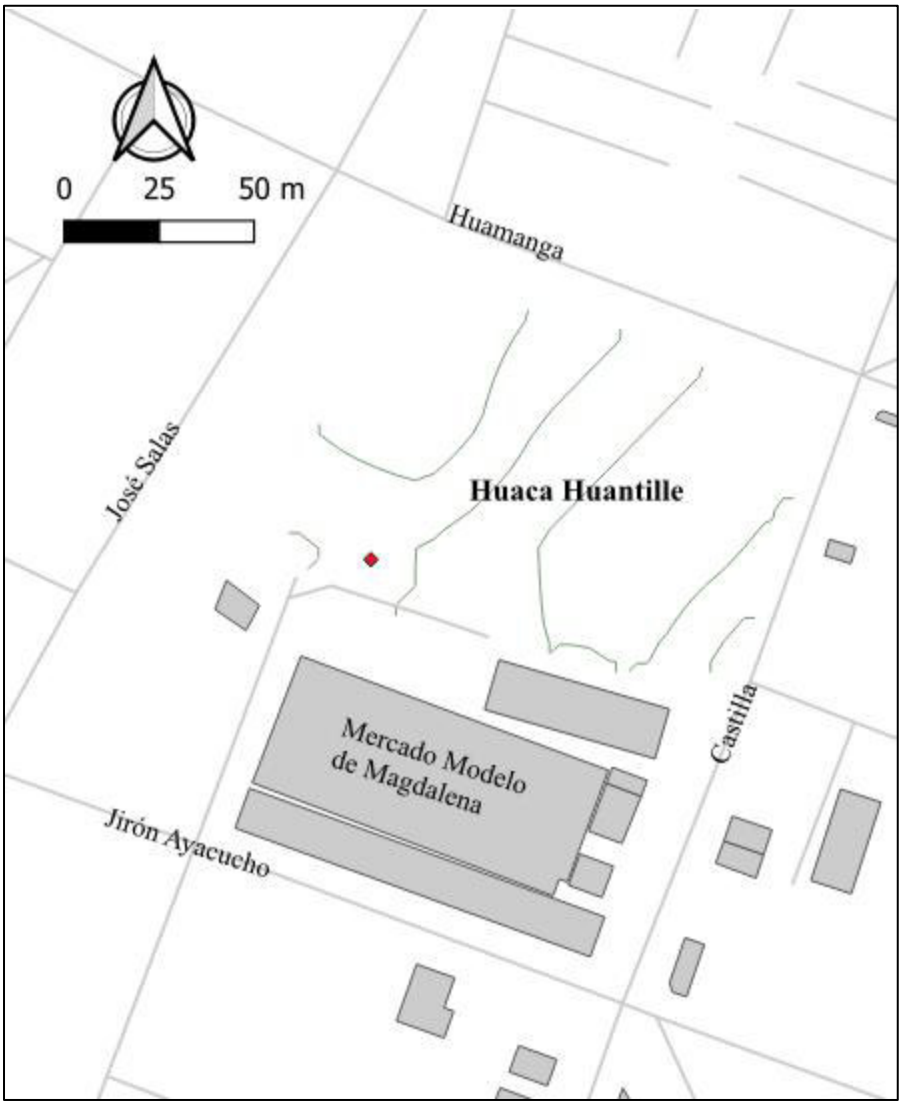

Figura 7. Registro de *Phyllodactylus sentosus* en el flanco sur de la Huaca Huantille, próximo al muro perimetral, límite con edificaciones residenciales.

Huaca Pucllana

Se encontró un total de 27 individuos pertenecientes a tres especies, *P. sentosus* (11), *P. reissii* (15) *y P. lepidopygus* (1). Los registros se concentraron en la Gran Pirámide y el Complejo Noroeste, principalmente en laderas externas y muros perimetrales (Fig. 8).

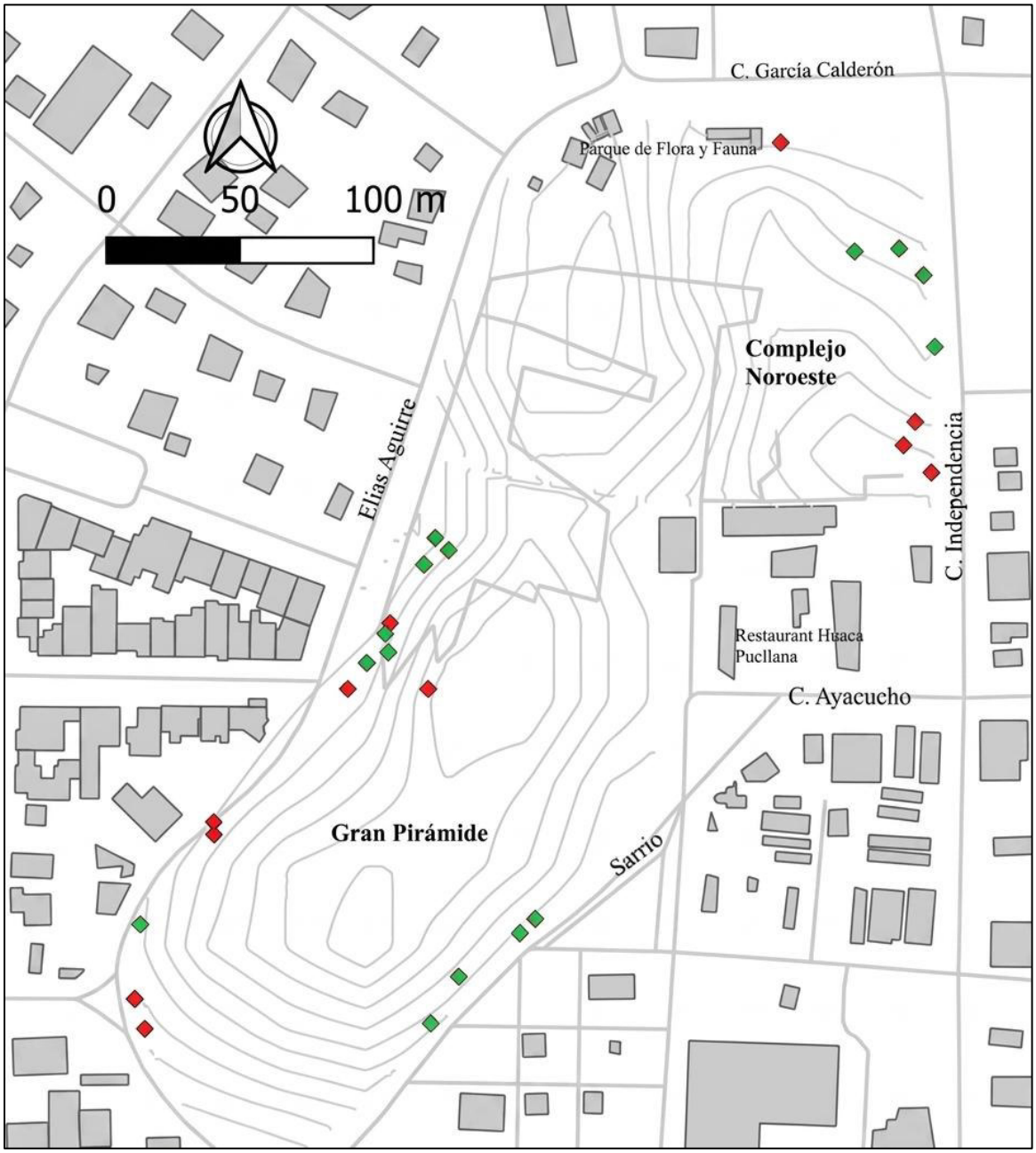

Figura 8. Registros de las especies de *Phyllodactylus* en los sectores Gran Pirámide y Complejo Noroeste de la Huaca Pucllana. Rombos rojos: *P. sentosus*, Rombos verdes: *P. reissii*.

V.2. Ácaros ectoparásitos recuperados de especies de *Phyllodactylus*

Los especímenes fueron identificados como Pterygosomatidae, debido a los caracteres diagnósticos; idiosoma aplanado dorsoventralmente, quelíceros estiliformes y presencia de peritremas cortos y visibles en la base de los quelíceros; este último carácter permitió distinguirlos de Trombiculidae, cuya fase larval es la única ectoparásita y, aunque es morfológicamente similar, carece de peritremas visibles (Hoffman, 1990; Krantz & Walter, 2009). Dentro de Pterigosomatidae, los especímenes se agruparon en dos morfotipos con caracteres diagnósticos distintos: el primero para *Geckobia* con idiosoma subcircular con setas dorsales numerosas (hipertriquia), c3 presente y seta *v* simple en el palpo; y el segundo de idiosoma alargado con setas dorsales largas (oligotriquia), c3 ausente y seta *v* espiniforme gruesa o "en brocha" en el palpo, corresponde a *Bertrandiella* (Figs. 9, 10). La determinación de cada género se fundamenta en la quetotaxia dorsal, morfología de la seta *v* del palpo y presencia/ausencia de c3 (Fajfer, 2020; Paredes-León et al., 2012, 2015).

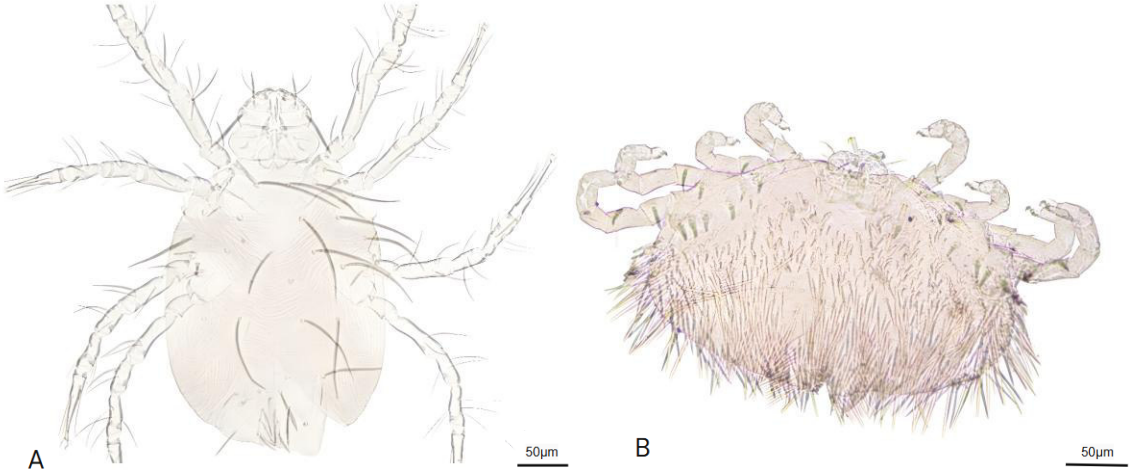

Figura 9. Microfotografía de especímenes adultos de Pterygosomatidae recuperados de *Phyllodactyus*. (A) Vista dorsal de *Bertrandiella* 10x; (B) Vista dorsal de *Geckobia* 10x.

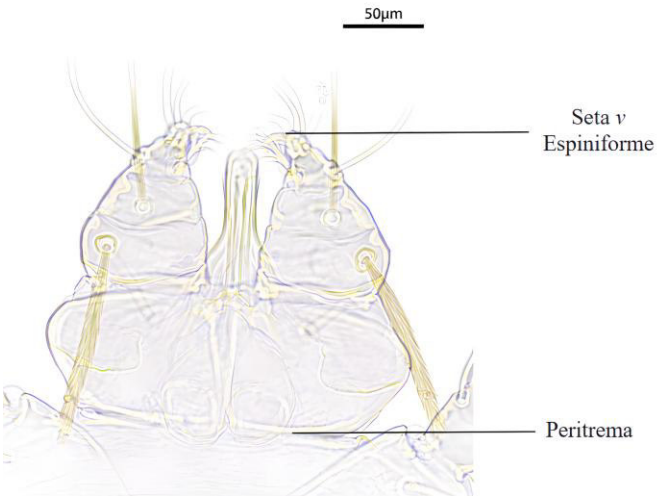

Figura 10. Gnatosoma en vista dorsal de *Bertrandiella* sp. 40x.

V.2.1. Especies de ácaros identificados.

Se recuperaron 202 ácaros ectoparásitos, registrados en dos géneros pertenecientes a la familia Pterygosomatidae: *Bertrandiella* y *Geckobia*. Ambos géneros presentaron una distribución diferencial entre las huacas muestreadas (Tabla 1).

El género *Bertrandiella* fue el más frecuente, registrándose como ectoparásito en geckos procedentes de las huacas PPL, San Marcos, Huantille y Mateo Salado, con un total de 156 individuos. La mayor abundancia de este género se observó en las huacas San Marcos y PPL. En contraste, *Geckobia* presentó una distribución más restringida, con registros únicamente en las huacas PPL, Pucllana y Mateo Salado, sumando un total de 46 individuos. La huaca Pucllana concentró la mayor abundancia de *Geckobia*, mientras que este género estuvo ausente en las huacas San Marcos y Huantille.

Tabla 1. Abundancia de ácaros ectoparásitos de *Phyllodactylus* en huacas de Lima.

Huaca / Sitio	*Bertrandiella*	*Geckobia*	Total
Huacas PPL	71	2	73
Huaca San Marcos	77	0	77
Mateo Salado	2	1	3
Huaca Huantille	6	0	6
Huaca Pucllana	0	43	43
Total	**156**	**46**	**202**

V.2.2. Prevalencia e intensidad de infestación

V.2.1.1. Prevalencia general de ectoparásitos

La Tabla 2 muestra la variación en la prevalencia de ectoparásitos entre localidades. Huaca San Marcos presentó la mayor prevalencia de individuos ectoparasitados con un 81.8%, seguida por el Parque de las Leyendas (PPL) con un 65.5%. Por parte de Huaca Pucllana y la Huaca Mateo Salado se reportaron prevalencias de 22.2% y 11.8%, respectivamente. En Huaca Huantille, el único individuo examinado estuvo parasitado, sin estimación de prevalencia debido al tamaño muestral.

Tabla 2. Especies de *Phyllodactylus* registradas, número de hospederos examinados, hospederos ectoparasitados por ácaros y prevalencia de parasitismo en huacas de Lima Metropolitana. P= prevalencia (%).

Huaca	N° hospederos examinados	Especies hospederas encontradas	hospederos ectoparasitados	P (%)
Huacas PPL	22	*P. sentosus*	14	63.6
	7	*P. reisii*	5	71.4
Huaca San Marcos	22	*P. sentosus*	18	81.8
Huaca Mateo Salado	10	*P. sentosus*	2	20.0
	7	*P. reisii*	0	-
Huaca Huantille	1	*P. sentosus*	1	100.0
Huaca Pucllana	11	*P. sentosus*	4	36.4
	15	*P. reisii*	2	13.3
	1	*P. lepidopygus*	0	-

En la Tabla 3, se observa la presencia de ácaros ectoparásitos en ambas especies del género *Phyllodactylus* (*P. sentosus* y *P. reissii*) encontradas en las huacas del Parque de Las Leyendas. La proporción de hospederos parasitados varió entre localidades. La especie más frecuente en el muestro fue *P. sentosus*. En el caso de *P. reissii*, todos los individuos examinados estuvieron parasitados. En conjunto, más del 60 % de los ejemplares evaluados presentaron ectoparásitos.

Tabla 3. Especies de *Phyllodactylus* registradas, número de hospederos examinados, hospederos ectoparasitados por ácaros y prevalencia de parasitismo en huacas del Parque de Las Leyendas (PPL). P= prevalencia (%).

Huacas PPL	N° hospederos examinados	Especies hospederas encontradas	Hospederos ectoparasitados	P(%)
Monticulo 40	2	*P. sentosus*	2	100.0
Muralla 40A	3	*P. sentosus*	1	33.3
Huaca Tres Palos	8	*P. sentosus*	7	87.5
Huaca San Miguel	2	*P. reissii*	2	100.0
Huaca Cruz Blanca	2	*P. sentosus*	0	-
Huaca La Palma	5	*P. sentosus*	2	40.0
Huaca 55	2	*P. sentosus*	1	50.0
	5	*P. reissii*	3	60.0

V.2.1.2. Análisis por localidad

V.2.1.2.1. Prevalencia por localidad

De un total de 96 individuos de *Phyllodactylus* distribuidos en cinco localidades de Lima Metropolitana, 45 estaban parasitados con ácaros. La prevalencia por especie mostró que *P. sentosus* fue la más afectada con 38 individuos parasitados (57.6%), mientras que en *P. reissii* se registraron 7 casos (24.1%).

Al analizar la distribución por sitio de muestreo, el Parque de las Leyendas (PPL) registró una prevalencia del 62.1% (18/29); en esta localidad, la afectación se distribuyó en 14 ejemplares de *P. sentosus* (63.6% de los examinados de esta especie en el sitio) y 5 de *P.*

reissii (71.4%). Por su parte, la Huaca San Marcos presentó la prevalencia más alta con un 81.8% (18/22), donde la totalidad de los casos positivos correspondieron a la especie *P. sentosus*. En contraste, la Huaca Pucllana reportó una prevalencia del 22.2% (6/27), identificándose ectoparásitos en 4 individuos de *P. sentosus* (36.4%) y 2 de *P. reissii* (13.3%), mientras que el único ejemplar de *P. lepidopygus* resultó negativo. Finalmente, en la Huaca Mateo Salado se observó la prevalencia más baja con un 17.6% (3/17), con presencia de ácaros únicamente en *P. sentosus* (30.0%), mientras que los ejemplares de *P. reissii* no presentaron infestación; en la Huaca Huantille, el único espécimen colectado de *P. sentosus* estuvo parasitado (100.0%) (Tabla 4).

Tabla 4. Prevalencia específica en localidades muestreadas de Lima Metropolitana.

Localidad	Especie de Gecko	Indiv.	Género de Ácaro	Indiv. Parasitados	Prevalencia Específica (%)
PPL	*P. sentosus*	22	*Bertrandiella*	12	54.5%
			Geckobia	2	9.1%
	P. reissii	7	*Bertrandiella*	5	71.4%
			Geckobia	0	-
San Marcos	*P. sentosus*	22	*Bertrandiella*	18	81.8%
			Geckobia	0	-
Huantille	*P. sentosus*	1	*Bertrandiella*	1	100.0%
			Geckobia	0	-
Pucllana	*P. sentosus*	11	*Bertrandiella*	0	-
			Geckobia	4	36.4%
	P. reissii	15	*Bertrandiella*	0	-
			Geckobia	2	13.3%
	P. lepidopygus	1	-	0	-
Mateo Salado	*P. sentosus*	10	*Bertrandiella*	1	10.0%
			Geckobia	1	10.0%
	P. reissii	7	*Bertrandiella*	0	-
			Geckobia	0	-

V.2.1.1.2. Intensidad de ectoparasitismo por localidad

La intensidad media de ectoparasitismo mostró variaciones notables tanto por localidad como por especie de hospedero (Tabla 5). Los valores más elevados se concentraron en los ejemplares de Pucllana y PPL, destacando la carga parasitaria de *P. reissii* en estas zonas. En contraste, Pucllana presentó la intensidad más baja del estudio para *P. sentosus* con un promedio de 1.3 ± 0.5 ácaros por individuo infectado, seguida de cerca por Mateo Salado con 1.5 ± 0.7.

En las localidades con mayor diversidad de hospederos, como el PPL, se observó una marcada diferencia en la carga individual, siendo *P. reissii* la especie que registró los valores de intensidad y rangos de variabilidad más altos en comparación con *P. sentosus*. Por su parte, en San Marcos, la carga parasitaria se mantuvo en niveles intermedios y recayó exclusivamente sobre la población de *P. sentosus*.

Tabla 5. Valores de intensidad media de ectoparasitismo por localidad.

Localidad	Especie de Gecko	Geckos parasitados	Total de ácaros	Intensidad media ± DE	Rango
PPL	*P. sentosus*	14	30	2.1 ± 2.7	1–11
	P. reissii	5	43	8.6 ± 12.3	1–30
San Marcos	*P. sentosus*	18	77	4.3 ± 5.5	1–25
Huantille	*P. sentosus*	1	6	6.0 ± 0	6
Pucllana	*P. sentosus*	4	5	1.3 ± 0.5	1–2
	P. reissii	2	38	19 ± 1.4	18-20
Mateo Salado	*P. sentosus*	2	3	1.5 ± 0.7	1-2

V.2.1.2. Análisis por hospedero

V.2.1.2.1. Prevalencia e intensidad de ectoparasitismo por hospedero

En la Tabla 6 se presenta la prevalencia e intensidad de ectoparasitismo por ácaros según la especie de gecko hospedero y su distribución en los sitios de muestreo. Si bien se registró la especie *Phyllodactylus lepidopygus*, solo se encontró un único individuo en la Huaca Pucllana, el cual estaba libre de ácaros ectoparásitos. Por el contrario, *P. sentosus* fue la especie con mayor presencia en todas las localidades y la que presentó la mayor cantidad de individuos parasitados, aunque *P. reissii* registró una intensidad media superior debido a cargas parasitarias elevadas en individuos específicos.

Tabla 6. Prevalencia e intensidad de ectoparasitismo por ácaros en especies de *Phyllodactylus* de Lima Metropolitana.

Especie hospederos	Localidad de presencia	Total de hospederos	Indiv. hospederos parasitados	Prevalencia (%)	Total de ácaros	Intensidad media ± DE
P. sentosus	PPL, SM, MS, HUA, PUC	66	39	59.1	121	3.10 ± 4.27
P. reissii	PPL, PUC, MS	29	7	24.1	81	11.57 ± 11.27
P. lepidopygus	PUC	1	0	0.0	0	0.0
Total		**96**	**46**	—	**202**	—

Abreviaturas: PPL: Parque de las Leyendas; SM: San Marcos; MS: Mateo Salado; HUA: Huantille; PUC: Pucllana.

V.3. Micronichos ocupados por ácaros ectoparásitos

De un total de 96 geckos evaluados, 45 resultaron parasitados, de estos se recuperaron 202 ectoparásitos distribuidos en diversas zonas del cuerpo. Al diferenciar la carga parasitaria por especie de hospedero, se observaron patrones específicos de distribución en los micronichos.

En *P. sentosus*, el tronco fue la zona corporal con mayor frecuencia de parásitos (78 registros), donde el género *Bertrandiella* (53) predominó notablemente sobre *Geckobia* (25). La región de la cabeza ocupó el segundo lugar con 20 registros, correspondientes exclusivamente al género *Bertrandiella*. Por último, en la cola se contabilizaron 8 individuos, manteniendo la tendencia de una mayor presencia de *Bertrandiella* (6) frente a *Geckobia* (2) (Fig. 11).

En el caso de *P. reissii*, la distribución mostró una mayor paridad en ciertas zonas. El tronco continuó siendo el área más afectada con 24 ectoparásitos, distribuidos en 14 de *Bertrandiella* y 10 de *Geckobia*. Sin embargo, en la región de la cola se registró una frecuencia de 10 individuos, con una presencia equitativa (5 y 5) de ambos géneros de ácaros. La cabeza fue la zona menos incidida en esta especie, con solo 2 registros pertenecientes a *Bertrandiella* (Fig. 12).

En ambas especies, los ectoparásitos se localizaron principalmente en el tronco, destacando las regiones axilar e inguinal como los micronichos de mayor frecuencia, seguidas por los flancos y la zona dorsal. En la cabeza, la región gular concentró la mayoría de los registros, mientras que en la cola, la región pericloacal presentó una incidencia ligeramente superior a la porción dorsal; no se observó presencia de ácaros en la región auricular.

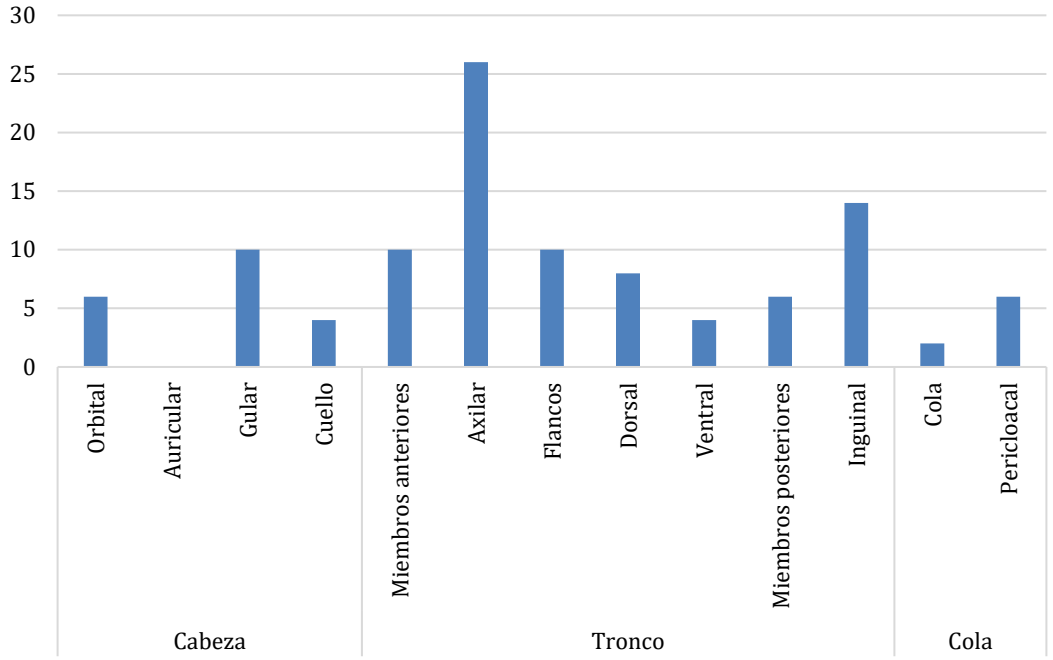

Figura 11. Frecuencia de ácaros ectoparásitos por micronicho corporal en *P. sentosus* de las localidades evaluadas de Lima Metropolitana.

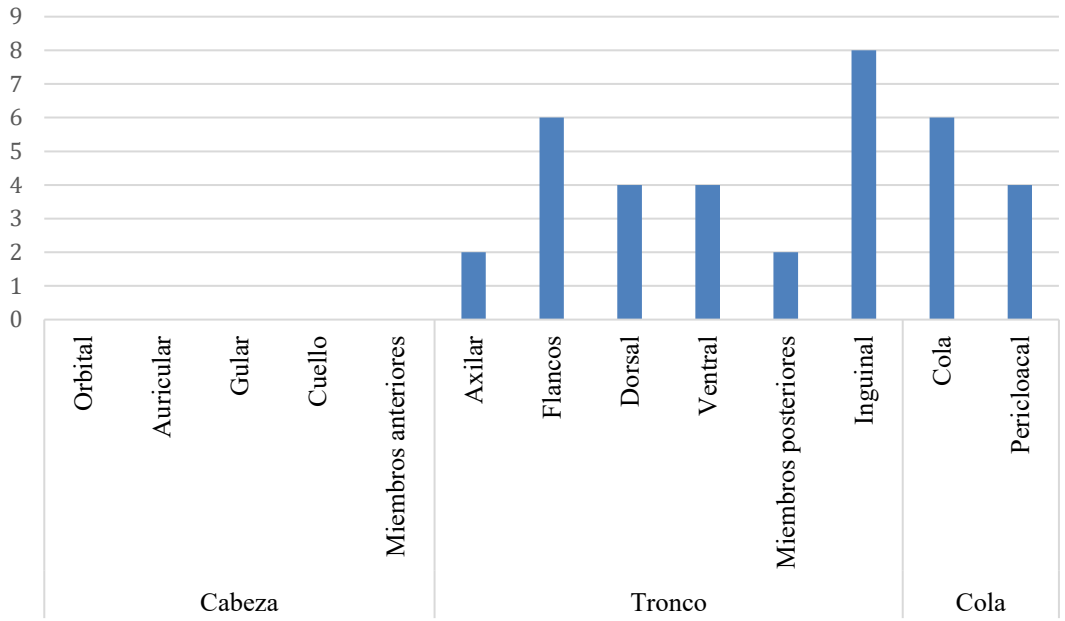

Figura 12. Frecuencia de ácaros ectoparásitos por micronicho corporal en *P. reissii* de las localidades evaluadas de Lima Metropolitana.

V.3.1. Distribución de ácaros en micronichos corporales

La distribución de los ácaros mostró preferencias específicas por determinados micronichos según la especie de gecko y la localidad evaluada. Para *P. sentosus* (Tabla 7), se observó que en el PPL la carga parasitaria se concentró equitativamente en los flancos, micronicho axilar e inguinal (6 registros cada uno). En la Huaca San Marcos, el micronicho más afectado fue el axilar con 16 ácaros, mientras que en la Huaca Pucllana predominó el inguinal (4) y se registró una ausencia total de parásitos en la zona de la cabeza. Por su parte, en Huantille y Mateo Salado, los registros para esta especie fueron escasos, distribuyéndose principalmente en la zona del tronco y miembros anteriores.

En cuanto a *P. reissii* (Tabla 8), los registros se limitaron a dos localidades. En el PPL, la mayor frecuencia de ácaros se presentó en los flancos (6), seguidos por la región inguinal (4) y la cola (4). En la Huaca Pucllana, se observó una predominancia compartida entre los micronichos ventral e inguinal (4 registros cada uno), manteniendo, al igual que en la especie anterior, una ausencia de parásitos en la región de la cabeza. Finalmente, el único ejemplar de *P. lepidopygus* colectado en Pucllana no presentó ácaros en ningún micronicho corporal evaluado.

Tabla 7. Distribución del número de ácaros ectoparásitos según micronicho corporal en *P. sentosus* registrados en diferentes localidades de Lima Metropolitana.

	Micronicho	PPL	San Marcos	Mateo Salado	Huantille	Pucllana	**Total**
Cabeza	Orbital	0	6	0	0	0	6
	Auricular	0	0	0	0	0	0
	Gular	4	6	0	0	0	10

	Cuello	0	2	0	2	0	4
Tronco	Miembros anteriores	0	6	1	2	0	9
	Axilar	6	16	2	2	0	26
	Flancos	6	4	0	0	0	10
	Dorsal	2	2	0	2	2	8
	Ventral	2	0	0	0	2	4
	Miembros posteriores	2	4	0	0	0	6
	Inguinal	6	4	1	0	4	15
Cola	Cola total	0	0	0	2	0	2
	Pericloacal	2	2	0	2	0	6

Tabla 8. Distribución del número de ácaros ectoparásitos según micronicho corporal en *P. reissii registrados en diferentes localidades de Lima Metropolitana.*

	Micronicho	PPL	Pucllana	**Total**
Cabeza	Orbital	0	0	0
	Auricular	0	0	0
	Gular	0	0	0
	Cuello	0	0	0
Tronco	Miembros anteriores	0	0	0
	Axilar	2	0	2
	Flancos	6	0	6
	Dorsal	2	2	4
	Ventral	0	4	4
	Miembros posteriores	0	2	2
	Inguinal	4	4	8

Cola	Cola total	4	2	6
	Pericloacal	2	2	4

V.3.2. Preferencia de ácaros identificados en micronichos corporales

Se observa heterogeneidad en la distribución de ambos géneros entre distintos micronichos. En *P. sentosus*, se observa que el género *Bertrandiella* posee una mayor plasticidad en la ocupación de micronichos, colonizando con éxito desde la región cefálica y el área axilar hasta las extremidades, mostrando una marcada afinidad por la zona anterior del cuerpo. Por el contrario, *Geckobia* presenta una distribución más focalizada en este hospedero, desplazando su presencia mayoritaria hacia las regiones inguinal y ventral del tronco (Fig. 13). En el caso de *P. reissii*, la tendencia se mantiene pero de forma más simplificada; *Bertrandiella* vuelve a posicionarse principalmente en los flancos y la zona gular, reafirmando su dominio en la parte anterior y media del gecko. En esta especie, *Geckobia* exhibe una restricción aún más evidente, limitando casi exclusivamente su presencia a los micronichos de la zona posterior, especialmente en las áreas inguinal, ventral y la región de la cola (Fig. 14).

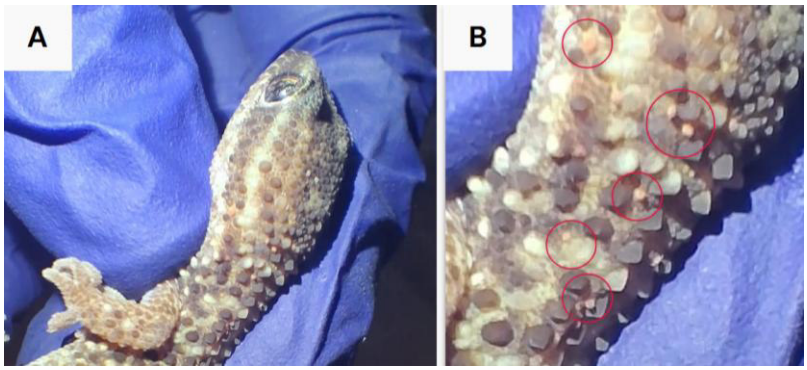

Figura 13. Agrupaciones de ácaros ectoparásitos *Bertrandiella* sp. en *P. sentosus*. (A) Vista general del micronicho cuello (B) Ubicación de los ácaros se señala en la imagen mediante círculos.

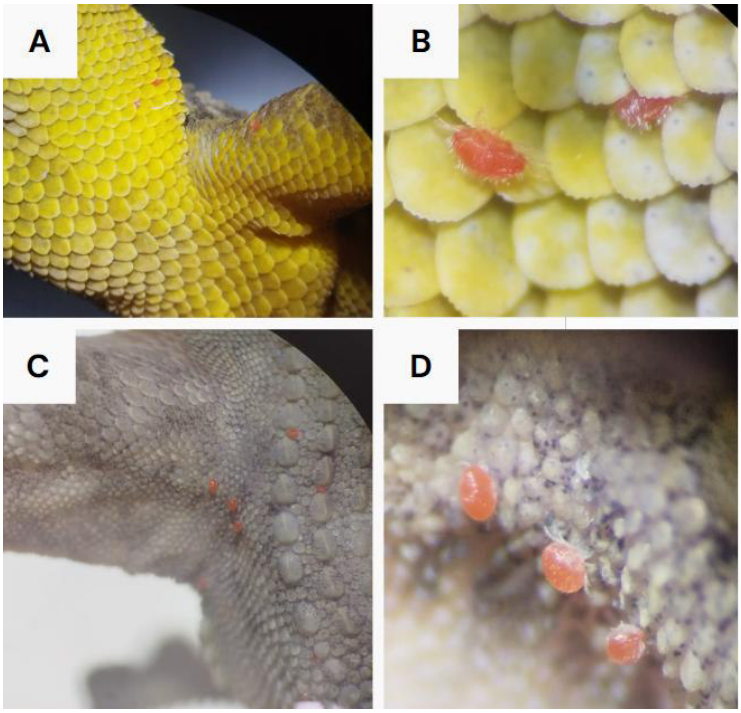

Figura 14. Agrupaciones de ácaros ectoparásitos *Geckobia* sp. en micronichos corporales de *P. reissii*. (A) Vista general de micronicho ventral e inguinal. (B) Detalle ampliado de (A) (20×). (C) Vista general de micronicho inguinal y miembros posteriores. (D) Detalle ampliado de (C) (20×).

El análisis de chi-cuadrado indicó una asociación estadísticamente significativa entre el género del ácaro y la zona corporal ocupada para ambos hospederos, rechazándose la hipótesis nula de independencia. En *P. sentosus* ($\chi^2 = 8.50$; gl = 2; p = 0.014), se observó una predilección de *Bertrandiella* por las zonas polares (cabeza y cola), mientras que *Geckobia* se restringió al tronco (Tabla 9). De manera similar, en *P. reissii* se mantuvo esta segregación de nichos, con *Geckobia* mostrando igual frecuencia en la región posterior con Bertrandiella (Tabla 10). Los detalles gráficos de estas asociaciones se presentan en la Fig. 15.

Tabla 9. Frecuencia de ácaros ectoparásitos por zona corporal según el género de ácaro sobre *P. sentosus*

Zona corporal	*Bertrandiella*	*Geckobia*	Total
Cabeza	20	0	20
Tronco	53	25	78
Cola	6	2	8

Tabla 10. Frecuencia de ácaros ectoparásitos por zona corporal según el género de ácaro sobre *P. reissi*

Zona corporal	*Bertrandiella*	*Geckobia*	Total
Cabeza	0	0	0
Tronco	16	10	26
Cola	5	5	10

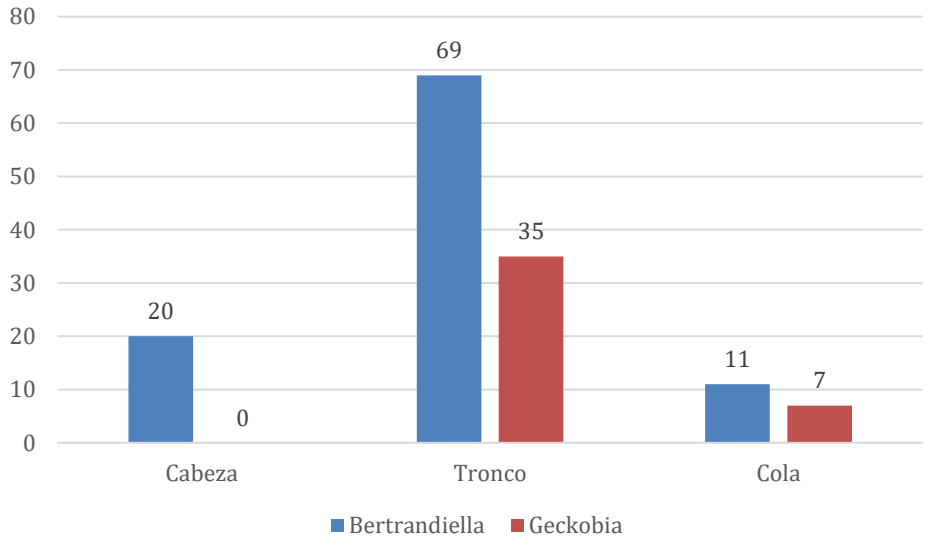

Figura 15. Distribución del número de ectoparásitos de los géneros *Bertrandiella* y *Geckobia* según zona corporal del hospedero.

V.4. Diversidad de ácaros ectoparásitos

V.4.1. Riqueza y abundancia de ácaros por especie hospedera.

La riqueza de ácaros ectoparásitos fue la misma entre las especies de *Phyllodactylus* evaluadas (Tabla 11). Sin embargo, la abundancia total de ácaros mostró diferencias entre hospederos, siendo mayor en *P. sentosus* (N = 121) en comparación con *P. reissii* (N = 81).

En *P. sentosus* se observó dominancia del género *Bertrandiella*, mientras que en *P. reissii* la abundancia relativa de ambos géneros fue más equilibrada.

Tabla 11. Riqueza y abundancia de taxones de ácaros ectoparásitos por especie hospedera

Especie hospedera	*Bertrandiella*	*Geckobia*	Riqueza (S)	Abundancia total (N)
P. sentosus	113	8	2	121
P. reissii	43	38	2	81
Total	156	46	—	202

La riqueza y abundancia se analizaron únicamente entre especies hospederas, dado que varias localidades presentaron un solo género de ácaro, limitando la interpretación de estas métricas a nivel espacial.

V.4.2. Comparación de índices de diversidad

V.4.2.1. Diversidad por especie hospedera

Se observan diferencias en la estructura de la comunidad de ácaros entre las especies hospederas (Tabla 12). *P. sentosus* mostró valores reducidos de diversidad ($H' = 0.246$; $1-D = 0.123$), asociados a la alta dominancia del género *Bertrandiella*.

En contraste, *P. reissii* presentó índices de diversidad más elevados con un índice de Shannon cercano al máximo teórico esperado para una comunidad con dos taxones (H′ = 0.691; H′max = 0.693), lo que indica una distribución altamente equitativa de los géneros de ácaros, así como un mayor valor del índice de Simpson (1−D = 0.497), asociado a una menor dominancia del género predominante.

Esta diferencia se ve reforzada por los valores de equitatividad, que fueron cercanos a 1 en *P. reiss*ii (J'= 0.99), indicando una distribución casi homogénea, mientras que en *P. sentosus* (J'= 0.36) la comunidad estuvo fuertemente dominada por un solo género (Tabla 12).

Tabla 12. Cuadro comparativo de diversidad de ácaros ectoparásitos por especie hospedera

Especie hospedera	Shannon (H′)	Simpson (1−D)	Equitatividad de Pielou (J′)
P. sentosus	0.246	0.123	0.36
P. reissii	0.691	0.497	0.99

V.4.2.2. Diversidad por localidad de colecta

En las localidades de PPL y Mateo Salado, se registró la presencia de ambos géneros de ácaros (S=2) únicamente sobre el hospedero *P. sentosus*. En el resto de las localidades y hospederos, no se realizaron análisis de diversidad debido a la presencia de un solo género o a la ausencia total de parásitos (Tabla 13).

En PPL, el índice de Shannon (H' = 0.393) y el de Simpson (1–D = 0.231) indican una heterogeneidad y diversidad bajas. La equitatividad fue moderada (J = 0.567), reflejando la dominancia de *Bertrandiella* (26 individuos) frente a *Geckobia* (4 individuos).

En Mateo Salado, se obtuvo el mayor índice de Shannon (H' = 0.637) y de Simpson (1–D = 0.444). La equitatividad fue notablemente alta (J = 0.918), indicando una distribución uniforme entre géneros, aunque estos valores derivan de una abundancia mínima (n=3) conformada por dos individuos de *Bertrandiella* y uno de *Geckobia* (Tabla 13).

Tabla 13. Cuadro comparativo de diversidad por localidad

Localidad	**Especie hospedera**	**Ácaros ectoparásitos**		**Índices de diversidad**		
		Bertrandiella	*Geckobia*	Shannon (H')	Simpson (1–D)	Equitatividad (J)
PPL	***P. sentosus***	**26**	**4**	**0.393**	**0.231**	**0.567**
	P. reissii	43	0	0	0	0
San Marcos	*P. sentosus*	77	0	0	0	0
	P. reissii	0	0	-	-	-
Huantille	*P. sentosus*	6	0	0	0	0
	P. reissii	0	0	-	-	-
Pucllana	*P. sentosus*	0	5	0	0	0
	P. reissii	0	38	0	0	0
Mateo Salado	***P. sentosus***	**2**	**1**	**0.637**	**0.444**	**0.918**
	P. reissii	0	0	0	0	0

VI. Discusión

La comunidad de ácaros registrada en este estudio presenta una estructura caracterizada por una baja riqueza de especies y una marcada dominancia taxonómica del género *Bertrandiella* sobre *Geckobia*, esta indica que el primero posee una mayor eficiencia de colonización o una mayor especificidad hacia las especies de geckos presentes en las huacas evaluadas y concuerda con reportes previos en geckos del género *Phyllodactylus* en ecosistemas no urbanos (Quiroz-Gutiérrez et al., 2015), y es consistente con la literatura que describe a *Bertrandiella* como un género con una estrecha relación filogenética y una marcada especificidad hacia los Phyllodactylidae sudamericanos (Paredes-León et al., 2012; Quiroz-

Gutiérrez et al., 2015; Fajfer, 2020). Esta alta especificidad se atribuye a procesos de coevolución y adaptaciones morfológicas del ácaro para el anclaje bajo escamas específicas (Bochkov, 2008; Paredes-León et al., 2012).

El análisis comparativo entre las especies de hospederos revela que *P. sentosus* no solo es la especie más frecuente en las áreas arqueológicas, sino también la que soporta la mayor carga y prevalencia parasitaria en la mayoría de las localidades. En la Huaca San Marcos, la prevalencia de *Bertrandiella* en *P. sentosus* alcanzó el 81.8%. En contraste, *P. reissii* mostró una prevalencia específica de *Bertrandiella* del 71.4% en el Parque de las Leyendas (PPL), evidenciando que ambas especies de geckos son competentes para mantener poblaciones de este parásito, aunque con variaciones en la intensidad media. El hallazgo de un único ejemplar de *P. lepidopygus* en la Huaca Pucllana sin presencia de ectoparásitos impide realizar inferencias poblacionales sobre esta especie, pero resalta la necesidad de ampliar el esfuerzo de muestreo en zonas donde esta especie suele estar.

Los mayores valores de prevalencia observados en *P. sentosus* y las elevadas intensidades puntuales en *P. reissii* apuntan a procesos de agregación parasitaria, donde unos pocos individuos concentran la mayor carga (sobredispersión) (Mendoza-Roldán et al., 2020). Estas diferencias sugieren que la especie del hospedero es relevante en la dinámica del parasitismo; la mayor prevalencia registrada en *P. sentosus* podría explicarse por una mayor permanencia en microhábitats favorables y una mayor densidad poblacional, lo cual aumenta la tasa de contacto entre hospederos y parásitos (Barnett & Hoskin, 2018).

Estas diferencias inter-específicas también se reflejan en índices de diversidad y equitatividad: El perfil de *P. sentosus* muestra una dominancia marcada de *Bertrandiella* (D

= 0.88), lo que reduce drásticamente su equitatividad (J' = 0.36) y diversidad observada (H' = 0.246). En contraste, para *P. reissii*, la mayor equitatividad registrada (J' = 0.99) y diversidad (H' = 0.691) podrían estar relacionadas con una menor especificidad relativa por el hospedero o una mayor estabilidad en la coexistencia de ambos géneros de ácaros. Sin embargo, es importante señalar que estos valores de diversidad están fuertemente influenciados por el tamaño muestral desigual (N = 66, 29 y 1, respectivamente) y por la abundancia total de parásitos, por lo que las comparaciones entre las especies deben interpretarse de manera prudente (Magurran, 2004).

Las diferencias registradas en prevalencia e intensidad de infestación entre las huacas sugieren que condiciones locales, como las variaciones microclimáticas y la complejidad estructural de refugios disponibles, influyen en la probabilidad de infestación y en la carga parasitaria de los hospederos. Las huacas con mayores niveles de parasitismo podrían ofrecer microambientes más protegidos de la radiación solar directa, con mayor estabilidad térmica y de humedad, favoreciendo la supervivencia y transmisión de los ectoparásitos en ambientes urbanos fragmentados (Barnett & Hoskin, 2018).

Asimismo, el grado de perturbación antrópica como la presencia constante de personas, las actividades de mantenimiento y las modificaciones recientes del entorno pueden afectar tanto la disponibilidad de refugios como la densidad y el comportamiento de los hospederos, alterando indirectamente las oportunidades de ectoparasitismo (Becker et al., 2015; Bradley & Altizer, 2007). En este contexto, las huacas urbanas pueden actuar como parches ecológicos con distintos niveles de idoneidad para el establecimiento y mantenimiento de poblaciones de ectoparásitos.

La ocupación diferencial de micronichos corporales por *Bertrandiella* y *Geckobia* fue estadísticamente significativa, sugiriendo una segregación topográfica que reduce la competencia directa y facilita la coexistencia. En términos generales, *Bertrandiella* se asoció preferentemente a zonas anteriores y medias (cabeza y tronco), mientras que *Geckobia* mostró mayor afinidad por zonas posteriores como el tronco y la cola (Tablas 8 y 9). Sin embargo, este patrón presentó variaciones específicas y evidencias directas de segregación según la especie de hospedero y la localidad.

Para *P. sentosus*, la distribución se concentró mayoritariamente en el tronco (78 registros), con especial énfasis en los micronichos axilar e inguinal. El hallazgo que sugiere la segregación para coexistencia sobre un mismo hospedero se registró en la huaca Mateo Salado, donde un ejemplar de *P. sentosus* presentó una parasitación simultánea por ambos géneros: un individuo de *Bertrandiella* en el micronicho axilar y *Geckobia* en el micronicho inguinal. Asimismo, en la Huaca San Marcos, el micronicho axilar fue el más afectado (16 registros), mientras que en la Huaca Pucllana predominó el inguinal, registrándose además en *P. sentosus* una presencia exclusiva de *Bertrandiella* en la zona de la cabeza (20 registros).

En contraste, para *P. reissii*, los registros se limitaron a dos localidades y mostraron una distribución más equitativa de *Geckobia* hacia la zona de la cola (Tabla 9), particularmente en los flancos y la región inguinal dentro de PPL. A diferencia de la especie anterior, *P. reissii* no presentó parásitos en la región de la cabeza en ninguna de las localidades evaluadas. Por último, *P. lepidopygus* no permitió establecer patrones de segregación debido a la ausencia total de ectoparásitos en el único ejemplar colectado en la Huaca Pucllana.

Los mecanismos que podrían explicar esta preferencia incluyen características físicas y fisiológicas de las zonas corporales (textura cutánea, grosor de escamas, vascularización, temperatura superficial) y comportamientos de limpieza del hospedero (Marshall, 1981; Poulin, 2007).

Patrones análogos de segregación espacial han sido documentados en trabajos previos sobre *Phyllodactylus*, donde la especialización por micronichos explica la coexistencia de especies de ácaros (Paredes-León, 2012; Quiroz-Gutiérrez et al., 2015). Sin embargo, al comparar el presente estudio con contextos no urbanos, se observa una discrepancia relevante: trabajos en Cerro Campana documentaron la asociación de *Bertrandiella* con el conducto auditivo externo (Quiroz-Gutiérrez et al., 2015), un patrón no presente en las huacas de Lima. Esto indica que la especificidad de micronichos puede depender del contexto ambiental y geográfico, y que las condiciones urbanas modulan la preferencia topográfica de los ectoparásitos sobre los hospederos.

VII. Conclusiones

.

- Se identificaron tres especies del género *Phyllodactylus* en las huacas de Lima Metropolitana.
- Se identificaron dos géneros de ácaros ectoparásitos de la familia Pterigosomatidae, *Bertrandiella* sp. y *Geckobia* sp.
- Se registró la mayor prevalencia de parasitismo en *P. sentosus*, mientras que la mayor carga parasitaria fue encontrada en *P. reissii*.
- Se detectó preferencias diferenciales según el género del ácaro y especie del hospedero: *Bertrandiella* sp. asociado a zonas anteriores y *Geckobia* sp. a zonas posteriores del cuerpo; en *P. sentosus* desde la cabeza hasta la cola, mientras *Bertrandiella* sp. no ocupó la cabeza en *P. reissii*, y en *P. lepidopygus* se registró ausencia total de ectoparásitos.
- La estructura comunitaria de los ácaros fue poco equitativa variando según la especie de hospedero y la localidad: *P. sentosus* presentó una baja diversidad con marcada dominancia de *Bertrandiella* sp., como especie monodominante en San Marcos y Huantille, y dominante en PPL y Mateo Salado. Por el contrario, *P. reissii* mantuvo la comunidad más equitativa en PPL, y huaca Pucllana fue la única localidad donde *Geckobia* sp. registró una condición monodominante.

VIII. Recomendaciones

Ante el estado de conservación del entorno de las huacas, se recomienda fortalecer los mecanismos locales y regionales de protección de estos espacios, los cuales funcionan como

áreas de refugio para especies endémicas de *Phyllodactylus* y su fauna ectoparasitaria asociada, cuyo riesgo de extinción conlleva el uno al otro, perdiendo la oportunidad del mayor conocimiento de la diversidad en esta relación simbiótica.

Asimismo, aunque la diversidad registrada a nivel de género fue baja, la identificación a nivel específico podría revelar una mayor diversidad; por ello, se recomienda que para próximas investigaciones se incremente el esfuerzo de muestreo y se considere evaluaciones estacionales, a fin de analizar el efecto de factores microambientales en la distribución de los ácaros ectoparásitos en los micronichos del hospedero.

VIII. Referencias

- Alwahaibi, N., Aljaradi, S. & Alazri, H. (2018). Alternative to xylene as a clearing agent in histopathology. Journal of Laboratory Physicians, 10(2), 189–193. https://doi.org/10.4103/JLP.JLP_111_17
- Anderson, R. M. & May, R. M. (1978). Regulation and stability of host–parasite population interactions. Journal of Animal Ecology, 47, 219–247.
- Arana, A., Esteves, J., Ramírez, R., Galetti Jr., P. M., Pérez Z., J. & Ramírez, J. L. (2023). Population genomics reveals how 5 ka of human occupancy led the Lima leaf-toed gecko (*Phyllodactylus sentosus*) to the brink of extinction. Scientific Reports, 13(1), 18465. https://doi.org/10.1038/s41598-023-45715-x
- Arteaga, A., Bustamante, L., Tapia, W., Carrión, J. & Guayasamin, J. (2019). Two new species of leaf-toed geckos (*Phyllodactylus*) from Isabela Island, Galápagos Archipiélago, Ecuador. In Reptiles of Galápagos. Tropical Herping.
- Barnett, L. & Hoskin, C. J. (2018). Parasites and invasive species: Host–parasite interactions in a changing world. Biological Invasions, 20(5), 1071–1086. https://doi.org/10.1007/s10530-017-1600-8
- Becker, D., Streicker, D., & Altizer, S. (2015). Linking anthropogenic resources to wildlife–pathogen dynamics: A review and meta-analysis. Ecology Letters, 18(5), 483–495.
- Bertrand, M. & Modrý, D. (2004). The role of mite pocket-like structures on *Agama caudospinosa* (Agamidae) infested by *Pterygosoma livingstonei* sp. n. (Acari: Prostigmata: Pterygosomatidae). Folia Parasitologica, 51(1), 61–66. https://doi.org/10.14411/fp.2004.009

- Bertrand, M. & Pedrono, M. (1999). Euryxenie et stenoxenie du genre *Geckobia* Mégnin (Actinedida: Pterygosomatidae): recolte de *Geckobia enigmatica* n. sp. sur une tortue terrestre malgache (*Geochelone yniphora*). Acarologia, 40(2), 147-153.
- Besné, M., Figueroa, C., Quiroz, R., Ramírez, G. & Ramos, M. (2006). Manual de prácticas de laboratorio de parasitología. México: FM-VZ-UNAM
- Blair, C., Jiménez V., Mendez de la Cruz, F. & Murphy, R. (2013). Landscape Genetics of Leaf-Toed Geckos in the Tropical Dry Forest of Northern Mexico. PLoS ONE, 8(2). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057433
- Bradley, C. A. & Altizer, S. (2007). Urbanization and the ecology of wildlife diseases. Trends in Ecology & Evolution, 22(2), 95–102. https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.11.001
- Bochkov A. & O'Connor B. (2006). [A review of the external morphology of the family pterygosomatidae and its systematic position within the Prostigmata (Acari: Acariformes)]. Parazitologiia. 40(3):201-214. PMID: 16913293.
- Bonorris, J. & Ball, G. (1955). *Schellackia occidentalis* n. sp., a Blood-inhabiting Coccidian Found in Lizards in Southern California. The Journal of Protozoology, 2(1), 31–34. doi:10.1111/j.1550-7408.1955.tb02393.x
- Borroto-Páez, R., Rivera, C. & Pérez, D. (2020). Mites (*Geckobia hemidactyli*, Actinedida: Pterygosomatidae) in tropical house geckos (*Hemidactylus mabouia*) in Cuba: A review with new distribution records. Reptiles & Amphibians, 27(3), 382–389. https://doi.org/10.17161/randa.v27i3.14221

- Bush, A., Lafferty, K., Lotz, J. & Shostak, A. (1997). Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. Journal of Parasitology, 83(4), 575–583. https://doi.org/10.2307/3284227
- Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (2023). Xylene – Chemical profile. https://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/chem_profiles/xylene.html
- Capetillo, J., Northland, I. & Iturra, P. (1991). Caracterización morfológica y cromosómica de *Phyllodactylus inaequalis* Cope, 1875 y *Phyllodactylus gerrhopygus* (Wiegmann) (Gekkonidae): Nueva distribución geográfica en el norte de Chile. Acta Zoológica Lilloana*, 41*, 219–224.
- Cassino, P. (1999). Distribuição geográfica e identificação de seis espécies de mosca blanca (Homoptera: Aleyrodidae) associadas a *Citrus* spp. no Brasil. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, 28(1), 75–83. https://doi.org/10.1590/S0301-80591999000100008
- Catenazzi, A. & Donnelly, M. (2007a). Distribution of geckos in northern Peru: Long-term effect of strong ENSO events? Journal of Arid Environments, 71, 327–332. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2007.04.003
- Catenazzi, A. & Donnelly, M. (2007b). The *Ulva* connection: Marine algae subsidize terrestrial predators in coastal Peru. Oikos, 116(1), 75–86. https://doi.org/10.1111/j.2007.0030-1299.15269.x
- Cossíos, D. & Icochea, J. (2006). Nuevos registros para el gecko de Lima, *Phyllodactylus sentosus* (Reptilia, Geckonidae). Ecología Aplicada, 5(1–2), 182–184. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162006000100025

- Cox, R. M. & John-Alder, H. B. (2007). Increased mite parasitism as a cost of testosterone in male striped plateau lizards *Sceloporus virgatus*. Functional Ecology, 21(3), 327–334. https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2007.01251.x
- Cunliffe, F. (1949). *Hirstiella pelaezi*, a new lizard parasite from Mexico. Proceedings of the Entomological Society of Washington, 51, 25–26.
- Díaz, J., Torres, R., Paternina, L., Santana, D., & Miranda, R. (2020). Traveling with an invader: Ectoparasitic mites of *Hemidactylus frenatus* (Squamata: Gekkonidae) in Colombia. Cuadernos de Herpetología, 34(1), 5–12. https://doi.org/10.31017/CdH.2020.(2019-047)
- Dixon, J. (1964). The systematics and distribution of lizards of the genus *Phyllodactylus* in North and Central America (Scientific Bulletin 64-1). New Mexico State University.
- Dixon, J. & Huey, R. (1970). Systematics of the lizards of the gekkonid genus *Phyllodactylus* of mainland South America (Los Angeles County Museum Contributions in Science No. 192). Natural History Museum of Los Angeles County. https://doi.org/10.5962/p.241179
- Domrow, R. (1981). The genus *Tytodectes* Fain (Acari: Hypoderatidae) in Australian birds. Australian Journal of Entomology, 20(2), 97–100. https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.1981.tb01857.x
- Duméril, A. & Bibron, G. (1854). Erpétologie générale ou histoire naturelle complète des reptiles (Vol. 3). Librairie Encyclopédique de Roret.
- Dunlop, J., Alberti, G. & Giribet, G. (2013). Chelicerata. In X. Zhang (Ed.), Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of

taxonomic richness (Zootaxa 3703, pp. 155–163). Magnolia Press. https://doi.org/10.11646/zootaxa.3703.1.32

- Fajfer, M. & Karanth, P. (2022). New morphological and molecular data reveal an underestimation of species diversity of mites of the genus *Geckobia* (Acariformes: Pterygosomatidae) in India. Diversity, 14(12), 1064. https://doi.org/10.3390/d14121064
- Fajfer, M. (2012). Acari (Chelicerata) parasites of reptiles. Acarina, 20(2), 108–129.
- Fajfer, M. (2015). Mites of the new species group *nitidus* (Acariformes: Pterygosomatidae: *Geckobia*), parasites of lizards in South America. Systematic Parasitology, 90, 213–220. https://doi.org/10.1007/s11230-014-9539-3
- Fajfer, M. (2018). New species and records of scale mites (Acariformes: Pterygosomatidae) from geckos (Squamata: Gekkonidae and Carphodactylidae). BioMed Research International, 2018, 1–8. https://doi.org/10.1155/2018/4761045
- Fajfer, M. (2020). Systematic revision of the genus *Neopterygosoma* Fajfer (Acariformes: Pterygosomatidae) with the description of a new species. Systematic Parasitology, 97(6), 535–551. https://doi.org/10.1007/s11230-020-09938-0
- Faraji, F. & Bakker, F. (2008). A modified method for clearing, staining and mounting plant-inhabiting mites. European Journal of Entomology, 105, 793–795. https://doi.org/10.14411/eje.2008.105

- Fernández, S. (2019). Evaluación de la dinámica poblacional del gecko de Lima *Phyllodactylus sentosus* (Reptilia: Phyllodactylidae) [Tesis de Título, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. Repositorio Institucional de la UPCH. https://hdl.handle.net/20.500.12866/7775
- Frankham, R., Ballou, J. D. & Briscoe, D. A. (2010). Introduction to conservation genetics (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Ganesan, G., Ananth, S. & Boopathy, T. (2016). Substitutes for xylene in histopathology and the role of temperature. Journal of Oral and Maxillofacial Pathology, 20(1), 7–11. https://doi.org/10.4103/0973-029X.180931
- García-De la Peña, C., Paredes-León, R., O'Connor, B., Gadsden-Esparza, H. & Barrows, C. (2010). *Acomatacarus arizonensis* (Acari: Leeuwenhoekiidae): New records from three species of lizards in the Mexican Chihuahuan Desert. The Southwestern Naturalist, 55(3), 451–454. https://doi.org/10.1894/0038-4909-55.3.451
- Goldberg, S. & Bursey, C. (1991). Integumental lesions caused by ectoparasites in a wild population of the side-blotched lizard (*Uta stansburiana*). Journal of Wildlife Diseases, 27(1), 106–110. https://doi.org/10.7589/0090-3558-27.1.106
- Goldberg, S. & Holshuh, H. (1993). Histopathology in a captive Yarrow's spiny lizard, *Sceloporus jarrovii* (Phrynosomatidae), attributed to the mite *Hirstiella* sp. (Pterygosomatidae). Transactions of the American Microscopical Society, 112(3), 234–237. https://doi.org/10.2307/3226888

- Hammerson, G. (2019). *Phyllodactylus nocticolus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T90066791A90066807. https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T90066791A90066807.en
- Heipieper, H., Keweloh, H., & Rehm, H. (1991). Influence of phenols on growth and membrane permeability of free and immobilized *Escherichia coli*. Applied and Environmental Microbiology, 57(4), 1213-1217. https://doi.org/10.1128/aem.57.4.1213-1217
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014). Metodología de la investigación (6.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Hoffmann, A. (1990). Los trombicúlidos de México (Acarida: Trombiculidae): Parte taxonómica. Publicaciones Especiales del Instituto de Biología No. 2. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hoffmann, A. & Morales-Malacara, B. (2022). Una especie nueva de *Geckobia* (Acarida: Pterygosomatidae) colectada en México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología, 93(1), 1–7. https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2022.93.1.3922
- Hudson, P. J., Rizzoli, A., Grenfell, B. T., Heesterbeek, H. & Dobson, A. P. (2002). The ecology of wildlife diseases. Oxford University Press.
- Huey, R. (1979). Parapatry and niche complementarity of Peruvian desert geckos (*Phyllodactylus*): The ambiguous role of competition. Oecologia, 38(3), 249–259. https://doi.org/10.1007/BF00345186

- Hummelinck, P. (1940). Studies on the fauna of Curaçao, Aruba, Bonaire and the Venezuelan Islands: No. 2. A survey of the mammals, lizards and mollusks (Vol. 1, pp. 59–108). Martinus Nijhoff.
- Jacinavicius, F., Badari, J., Ramirez, D., Moraes, R., Onofrio, V. & Barros-Battesti, D. (2013). Technique for restoration of mite (Acari) preparations in deteriorated Hoyer's medium. Neotropical Entomology, 42(3), 328–329. https://doi.org/10.1007/s13744-013-0129-1
- Jacobson, E. (2007). Infectious diseases and pathology of reptiles: Color atlas and text. CRC Press.
- Klein, S. (2004). Hormonal and immunological mechanisms mediating sex differences in parasite infection. Parasite Immunology, 26(6–7), 247–264. https://doi.org/10.1111/j.0141-9838.2004.00710.x
- Klukowski, M. (2004). Seasonal changes in abundance of host-seeking chiggers (Acari: Trombiculidae) and infestations on fence lizards, *Sceloporus undulatus*. Journal of Herpetology, 38(1), 141–144. https://doi.org/10.1670/188-02N
- Krantz, G. W. & Walter, D. E. (2009). A manual of acarology (3rd ed.). Texas A&M University Press.
- Leonardo-González, A.M., Moreno-Lara, I., Díaz-Marín, C. A. & Ramírez-Bautista, A. (2025). Entre las escamas y la piel: revelando un mundo oculto de ácaros asociados a reptiles. Herpetología Mexicana, 10(10): 37–44. DOI:10.69905/3s659j08.
- Liburd, O., López, L., Carrillo, D., Revynthi, A., Olaniyi, O. & Akyazi, R. (2020). Integrated pest management of mites. In Integrated pest management of tropical

vegetable crops (pp. 1–24). Burleigh Dodds Science Publishing. https://doi.org/10.19103/AS.2019.0047.26

- Machado, I. (2016). Descrição de duas espécies inéditas de *Geckobia* Mégnin, 1878 (Acari: Trombidiformes: Pterygosomatidae) em *Phyllodactylus gerrhopygus* (Wiegmann, 1834) (Reptilia: Sauria: Phyllodactylidae), na região subtropical transandina, Peru [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro].
- Machado, I., Gazeta, G., Pérez, J., Cunha, R. & Giupponi, A. (2019). Two new species of the genus *Geckobia* Mégnin, 1878 (Acariformes, Prostigmata, Pterygosomatidae) from Peru. Zootaxa, 4657(2), 333–351. https://doi.org/10.11646/zootaxa.4657.2.6
- Magan, J. (2010). Ensamblaje ecológico de poblaciones de *Phyllodactylus sentosus* y *Phyllodactylus microphyllus* (Squamata, Gekkonidae) en el Santuario de Pachacamac, Lima, Perú [Tesis de Título, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional – URP. http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/986
- Magurran, A. (2004). Measuring biological diversity. Blackwell Publishing.
- Main, A. R. & Bull, C. M. (2000). The impact of tick parasites on the behaviour and physiology of the sleepy lizard (*Tiliqua rugosa*). Oecologia, 122, 574–581. https://doi.org/10.1007/s004420050982
- Marshall, A. (1981). The ecology of ectoparasitic insects. Academic Press.
- Martínez-Rivera, C., Negrón, A., Bertrand M. & Acosta J. (2003). *Hemidactylus mabouia* (Sauria: Gekkonidae), host of *Geckobia hemidactyli* (Actinedida:

Pterygosomatidae), throughout the Caribbean and South America. Caribbean Journal of Science, 39, 321–326.

- McCranie, J. & Blair, S. (2013). A new species of *Phyllodactylus* (Reptilia, Squamata, Gekkonoidea, Phyllodactylidae) from Isla de Guanaja in the Honduran Bay Islands. Zootaxa, 3694(1), 51–58. https://doi.org/10.11646/zootaxa.3694.1.3
- Mendoza, A. (2023). Áreas prioritarias para conservación basada en la diversidad de anfibios y reptiles en el departamento de Ica [Tesis doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
- Mendoza-Roldan, J. A., Benelli, G., Panarese, R., Iatta, R., Furlanello, T., Beugnet, F. & Otranto, D. (2020). *Leishmania infantum* and *Dirofilaria immitis* infections in dogs and cats from the Mediterranean basin. Acta Tropica, 201, 105207. https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.105207
- Mertens, R. (1952). Die Amphibien und Reptilien von El Salvador. Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, (487), 1–120.
- Montiel, G., Paredes-León, R., Rodríguez-Moreno, Á. & Gutiérrez-Granados, G. (2023). Una especie nueva de trombicúlido (Acariformes: Trombiculidae) de la Estación de Biología Tropical Los Tuxtlas, Veracruz, México. Dugesiana, 30(2), 221–228. https://doi.org/10.32870/dugesiana.v30i2.7305
- MSDS FMP. (2023). Safety Data Sheet: Xylene. https://www.chemmasters.net/SDS/Xylene.pdf (SDS general de Xylene disponible online)

- Muciño, J. (2024) Delimitación taxonómica molecular del ácaro *Geckobiella texana* (Banks, 1904) (Acariformes: Prostigmata: Pterygosomatidae). [Tesis de Maestría - Universidad Nacional Autónoma de México].
- Muñoz, C., Rendón, E., López, O., Ruiz, R., Arechiga-Ceballos, N., Villanueva, C., & Arellano, O. (2017). Colecta y conservación de muestras de fauna silvestre en condiciones de campo. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Nascimento de Oliveira, C., Campos, I., Oliveira, J. & Moura, G. (2019). Acari of lizards from Atlantic Forest in northeastern Brazil. Neotropical Biology and Conservation, 14(1), 109–116. https://doi.org/10.3897/neotropical.14.e34840
- Newell, I. & Ryckman, R. (1964). *Hirstiella pyriformis* sp. nov. (Acari: Pterygosomatidae), un nuevo parásito de lagartijas de Baja California. Revista de Parasitología, 50, 163–171.
- Olivera, D., Castillo, L. & Gutiérrez, G. (2016). Primer registro de *Phyllodactylus sentosus* (Squamata: Phyllodactylidae) para el valle del río Chillón, Lima, Perú. Revista Peruana de Biología, 23(3), 321–324. https://doi.org/10.15381/rpb.v23i3.12869
- Palacios-Vargas, J., Iglesias, R. & Páez, J. (2022). Los ácaros del género *Scapheremaeus* (Oribatei: Cymbaeremaeidae) en Los Tuxtlas, Veracruz, con descripción de una especie nueva modificada para la vida arborícola. Revista Mexicana de Biodiversidad.
- Paredes-León, R. (2019). Prostigmatid Mites (Arachnida, Acariformes, Prostigmata) Parasitic on Amphibians and Reptiles in the Cuatro Ciénegas Basin (pp. 147-160). https://doi.org/10.1007/978-3-030-11262-2_11

- Paredes-León, R., Klompen, H. & Pérez, T. (2012) Systematic revision of the genera *Geckobiella* Hirst, 1917 and *Hirstiella* Berlese, 1920 (Acari: Prostigmata: Pterygosomatidae) with description of a new genus for American species parasites on geckos formerly placed in *Hirstiella*. Zootaxa, 3510, 1–40. https://doi.org/10.11646/zootaxa.3510.1.1
- Paredes-León, R., Pérez, T. & Klompen, H. (2015). Phylogenetic relationships and host associations of Pterygosomatidae (Acari: Prostigmata) based on morphological evidence. Zoological Journal of the Linnean Society, 173(3), 605–632. https://doi.org/10.1111/zoj.12213
- Pérez, J. & Paredes-León, R. (2023). Ticks (Parasitiformes: Ixodida: Ixodidae) parasites of wild Baird's tapirs (Mammalia: Perissodactyla) in the Yucatan Peninsula, Mexico. International Journal of Acarology, 49, 1–9. https://doi.org/10.1080/01647954.2023.2227626
- Pérez, Z. & Balta, K. (2011). Ecología de *Phyllodactylus angustidigitus* y *Phyllodactylus gerrhopygus* (Squamata: Phyllodactylidae) de la Reserva Nacional de Paracas, Perú. Revista Peruana de Biología, 18(2), 217–223.
- Poulin, R. (2007). Evolutionary ecology of parasites (2nd ed.). Princeton University Press.
- Prasad, V. (1975). A new genus and species of pterygosomatid mite (Acarina: Pterygosomatidae) from India. International Journal of Acarology, 1(2), 14–17.
- Quiroz-Gutiérrez, C., Paredes-León, R., Roldán-Rodríguez, J. & Pérez, T. (2015). Dos especies nuevas de ácaros de los géneros *Geckobia* y *Bertrandiella* (Acari: Prostigmata: Pterygosomatidae) ectoparásitos del gecko endémico

Phyllodactylus microphyllus (Squamata: Phyllodactylidae) del cerro Campana, La Libertad, Perú. Revista Mexicana de Biodiversidad, 86(2), 310–318. https://doi.org/10.1016/j.rmb.2015.04.024

- Quispe, T. (2015). Biogeografía y cambio climático en el Perú: análisis de escenarios climáticos y endemismo de *Phyllodactylus interandinus*, *Bachia intermedia* y *Stenocercus huancabambae*, entre Amazonas y Cajamarca, distritos de El Milagro y Bellavista [Tesis de título, Pontificia Universidad Católica del Perú].
- Ramírez-Reyes, T. & Flores-Villela, O. (2018). Taxonomic changes and description of two new species for the Phyllodactylus lanei complex (Gekkota: Phyllodactylidae) in Mexico. Zootaxa, 4407(2), 151–190. https://doi.org/10.11646/zootaxa.4407.2.1
- Rivera, D., Beltrán, V., Gutiérrez-Cortés, I., Vargas, C. & Alfaro, F. (2024). Insights into the gut microbiome of the South American leaf-toed gecko (*Phyllodactylus gerrhopygus*) inhabiting the core of the Atacama Desert. Microorganisms, 12(6), 1194. https://doi.org/10.3390/microorganisms12061194
- Rivero-Blanco, C. & Lancini, A. (1968). *Phyllodactylus dixoni*: Una nueva especie de lagarto (Sauria: Gekkoninae) de Venezuela. Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, 27, 168–175.
- SafeWork NSW. (2023). Xylene – Priority chemicals. https://www.safework.nsw.gov.au/hazards-a-z/hazardous-chemical/priority-chemicals/xylene

- SERFOR. (2018). Libro Rojo de la fauna silvestre amenazada del Perú. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. Recuperado de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1269071/Libro-Rojo.pdf?v=1598652288
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). (2025). Estaciones meteorológicas. https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones.
- Taucare-Rios, A. & Piel, W. (2020). Predation on the gecko *Phyllodactylus gerrhopygus* (Wiegmann) (Squamata: Gekkonidae) by the six-eyed sand spider *Sicarius thomisoides* (Walckenaer) (Araneae: Sicariidae). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, 79(2), 48–51. https://doi.org/10.25085/rsea.790207
- Taucare-Ríos, A., Leiva, D., Mendez-Yovera, J. & Reyes-Olivares, C. (2025). Thermal ecology of the South American leaf-toed gecko *Phyllodactylus gerrhopygus* (Wiegmann, 1834) (Gekkota, Phyllodactylidae) in northern Chile. Herpetozoa, 38, 245–252.
- Uetz, P., Freed, P., Aguilar, R. & Hošek, J. (2021). The Reptile Database. Recuperado el 11 de agosto de 2025 de https://reptile-database.reptarium.cz/.
- Upton, M. S. & Mantle, B. L. (2010). Methods for collecting, preserving and studying insects and other terrestrial arthropods (5th ed.). Australian Entomological Society.
- Valdez, F. (2016). Dinámica y estructura poblacional de *Phyllodactylus sentosus* Dixon & Huey, 1970, en la Huaca Pucllana-Lima, Perú (Tesis de licenciatura, Universidad Ricardo Palma). Recuperado de http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/925

- Valdez, F., Iannacone, J., Luna, A. & Cossios, E. D. (2020). Population size and dynamics of the Lima leaf-toed gecko, *Phyllodactylus sentosus*, in one of its last refuges. Journal of Herpetology, 54(2), 155–160. https://doi.org/10.1670/17-079
- Valencia-Zuleta, A., Jaramillo-Martínez, A., Echeverry-Bocanegra, A., Viáfara-Vega, R., Hernández-Córdoba, O., Cardona-Botero, V., Gutiérrez-Zúñiga, J. & Castro-Herrera, F. (2014). Estado de conservación de la herpetofauna, áreas protegidas y problemática actual en el Valle del Cauca, Colombia. Conservación de anfibios y reptiles, 8(2), 1–18.
- Venegas, P., Pradel, R., Ortiz, H. & Ríos, L. (2017). Geographic range extension for the critically endangered leaf-toed gecko *Phyllodactylus sentosus* Dixon and Huey, 1970 and notes on its natural history and conservation status. Herpetology Notes, 10, 499–505.
- Venegas, P. J., Townsend, J. H., Koch, C. & Böhme, W. (2008). Two new sympatric species of leaf-toed geckos (*Phyllodactylus*) from the dry forest of northwestern Peru. Journal of Herpetology, 42(2), 386–396. https://doi.org/10.1670/07-1561.1
- Walter, D. E. & Proctor, H. C. (2013). Mites: Ecology, evolution & behaviour: Life at a microscale. Springer.
- Weiss, A., & Hedges, S. (2007). Filogenia molecular y biogeografía de los gecos antillanos *Phyllodactylus wirshingi*, *Tarentola americana* y *Hemidactylus haitianus* (Reptilia, Squamata). Molecular Phylogenetics and Evolution, 45(1), 409–416. https://doi.org/10.1016/j.ympev.2007.01.006

- Werman, S. (1983). Population dynamics of the lizard mite, *Hirstiella pyriformis* (Acari: Pterygosomatidae) on the chuckwalla, *Sauromalus obesus* (Sauria: Iguanidae). The Journal of Parasitology, 69(2), 381–386.