



24-7-2024

Rasgos funcionales y  
comportamiento de  
forrajeo de  
*Paraponera clavata*  
(Hymenoptera:  
Formicidae) en zonas  
urbanas y silvestres  
de la Provincia Napo



**Yessica Mishel Calero Viteri**  
UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA  
IKIAM

## **Contenido**

1. Antecedentes	2
2. Planteamiento del problema a investigar:	3
3. Justificación de la investigación	3
4. Preguntas de investigación	4
5. Hipótesis	4
6. Objetivos de la investigación:	4
6.1 General	4
6.2. Específicos	4
7. Métodos	4
8. Cronograma de actividades	8
9. Presupuesto	9
10. Referencias.	10

---

## 1. Antecedentes

Los procesos de urbanización representan una amenaza para la biodiversidad al generar cambios drásticos en el paisaje y los ecosistemas. Este fenómeno conduce a una disminución de las poblaciones de fauna silvestre que no logran adaptarse a las nuevas condiciones impuestas por los entornos urbanizados (Melliger et al., 2018). No obstante, las ciudades también ofrecen oportunidades únicas para algunas especies, que pueden aprovechar nuevos nichos ecológicos y recursos disponibles como alimento, refugio y sitios de nidificación. Esto les permite mantener poblaciones estables e incluso prosperar en estos ecosistemas modificados (Zhang et al., 2022).

La biodiversidad de las comunidades de hormigas se ha utilizado como bioindicador debido a su importancia ecológica y sensibilidad al cambio ambiental. Las hormigas son componentes importantes de la biomasa, crean microhábitats y enriquecen el suelo al airearlo, protegen las plantas de la herbivoría e interactúan con otros organismos en todos los niveles tróficos (Youngsteadt et al., 2023). Aunque la riqueza de especies, diversidad y abundancia de las hormigas se han medido comúnmente en estudios ecológicos, los cambios en los comportamientos de las hormigas, como la búsqueda de alimento, pueden ser mejores indicadores de respuesta a perturbaciones ambientales (Forero-Chavez et al., 2024).

Los factores estresantes ambientales para las hormigas son los cambios en las condiciones del microhábitat, como la exposición a la luz solar y la suficiente disponibilidad y acceso a alimentos y otros recursos (Luo et al., 2023). Estos factores limitan el crecimiento, la supervivencia y la reproducción de las colonias de hormigas. Las perturbaciones como la deforestación aumentan la intensidad de estos factores estresantes al disminuir la abundancia y la biomasa de las comunidades de plantas e invertebrados (Nooten et al., 2019). El comportamiento de forrajeo de las hormigas también puede cambiar en respuesta a las condiciones urbanas. Algunas especies pueden modificar sus patrones de actividad, cambiando de actividad diurna a nocturna. Además, las hormigas pueden ajustar su selección de alimentos y su tasa de eliminación de biomasa en función de la disponibilidad de recursos y los riesgos asociados con la búsqueda de alimentos en entornos urbanos (Farajollahzadeh et al., 2023).

Las hormigas del orden Hymenoptera y la familia Formicidae son insectos eusociales que ocupan diversos nichos ecológicos, mejorando el suelo y contribuyendo al proceso de descomposición. Representan una porción significativa de la biomasa animal terrestre, contribuyendo entre el 15% y el 20% en promedio, y casi el 25% en los trópicos, superando a los vertebrados (Farajollahzadeh et al., 2023).

*Paraponera clavata*, conocida en Ecuador como Conga, es la única especie viviente de la subfamilia Paraponerinae. Habita en los bosques desde Nicaragua hasta la cuenca del Amazonas (Bennett & Breed 1985). Sus colonias se encuentran en la base de los árboles, y la búsqueda de alimento ocurre principalmente en el dosel, aunque también se alimentan en el suelo del bosque. Las distancias que recorren en búsqueda de alimento son largas en comparación con otras especies de hormigas, lo que influye en su comportamiento de forrajeo (Fewell et al., 1996).

El forrajeo es una estrategia o comportamiento de búsqueda que animales como las hormigas utilizan para obtener alimento u otros recursos necesarios, siendo un componente esencial de su conducta (Delsinne, 2019). La elección de la estrategia de forrajeo depende de varios factores, como la densidad y disponibilidad de los recursos, la temperatura superficial del suelo y la dieta. Algunos autores las clasifican en diversos gremios de alimentación, indicando que pueden ser generalistas, nectarívoros y herbívoros, como evidencian los trabajos de (Hermann, 1973) .

La tendencia a reclutar recolectoras como el número de hormigas reclutadas disminuyen cuando aumenta la distancia o disminuye la cantidad de recompensa, lo que sugiere que las consideraciones energéticas son importantes para definir su comportamiento de búsqueda de alimento (Fewell et al., 1996). *P. clavata* requiere una combinación diversa de presas de insectos y tipos de néctar para suministrar los carbohidratos y proteínas necesarios para el crecimiento, por lo tanto, el entorno es un factor importante del comportamiento de búsqueda de alimento específico de esta especie en diferentes condiciones (Delsinne, 2019).

Las prácticas de uso de la tierra alteran la vegetación y las comunidades de invertebrados en los bosques que afectan el comportamiento de búsqueda de alimento, impactando negativamente su crecimiento (Farajollahzadeh et al., 2023). El versátil comportamiento de búsqueda de alimento de *Paraponera clavata* sugiere que las diferencias en este comportamiento observadas en diversas condiciones ambientales deberían servir como indicador.

Los rasgos funcionales, que abarcan desde características morfológicas hasta comportamentales y fisiológicas, juegan un papel fundamental en la capacidad de las hormigas para sobrevivir y prosperar en entornos urbanos (Nooten et al., 2019). Estos rasgos están estrechamente vinculados a factores ambientales como la disponibilidad de alimentos, la calidad del hábitat, la contaminación, y el paisaje térmico (Yilmaz et al., 2019). Por ejemplo, estudios recientes han demostrado que variables ambientales como la estructura del hábitat urbano influyen significativamente en rasgos como el tamaño corporal, la distribución de los ojos, y la longitud de las extremidades de las hormigas (Ossola et al., 2015).

La comprensión de cómo estos rasgos funcionales responden a la urbanización no solo es determinante para entender la dinámica de las poblaciones de hormigas en entornos urbanos, sino también para prever y mitigar los impactos ambientales de las actividades humanas en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Perfecto & Philpott, 2023).

Este estudio se enfoca en explorar cómo la variabilidad de los rasgos funcionales de las hormigas puede ser utilizada como un indicador de la salud del ecosistema urbano, proporcionando así herramientas para la gestión efectiva de la biodiversidad y la conservación de los servicios ecosistémicos en un contexto de crecimiento urbano continuó y cambio global.

## **2. Planteamiento del problema a investigar**

La especie *Paraponera clavata*, conocida como "Conga", enfrenta serias amenazas debido a la degradación y pérdida de su hábitat natural, resultado de actividades humanas como la deforestación, la urbanización y la explotación de recursos naturales (McGee & Eaton, 2014). Estas actividades han provocado la fragmentación y destrucción de los hábitats donde *P. clavata* históricamente ha prosperado, reduciendo así su disponibilidad y alterando los ecosistemas necesarios para su supervivencia.

La urbanización ha transformado considerablemente los paisajes habitados por *P. clavata*, creando entornos menos adecuados para esta especie única en la subfamilia Paraponerinae (Bennett & Breed, 1985). La pérdida de cobertura forestal y la expansión de áreas urbanas no solo limitan el hábitat disponible para *P. clavata*, sino que también modifican las condiciones ambientales y los recursos disponibles, lo que podría tener un impacto negativo en su distribución, comportamiento y capacidad de adaptación (Delsinne, 2019).

Comprender cómo la urbanización y otras actividades humanas afectan a *P. clavata* es fundamental no solo para la conservación de esta especie particular, sino también para evaluar la salud de los ecosistemas tropicales donde desempeña un papel ecológico (McGee & Eaton, 2014). Este estudio se propone investigar los efectos de la urbanización en *P. clavata*, explorando cómo estas presiones ambientales pueden influir en sus patrones de comportamiento de forrajeo y la estructura morfológica de sus poblaciones.

Los resultados no solo proporcionarán información vital para la conservación de *P. clavata*, sino que también ofrecerán investigaciones importantes sobre la capacidad de adaptación de las especies frente a los cambios ambientales inducidos por actividades humanas.

---

## **3. Justificación de la investigación**

El incremento de la urbanización ha transformado los paisajes naturales, afectando la biodiversidad y la dinámica de las especies silvestres (Nooten et al., 2019). Es conocido que muchas especies no logran adaptarse a estos cambios, sin embargo, ciertas especies como *Paraponera clavata*, también conocida como "Conga", han demostrado una notable capacidad para colonizar y adaptarse a entornos urbanos (Delsinne, 2019). Esta adaptación representa una oportunidad única para estudiar cómo las especies responden a las nuevas condiciones impuestas por la urbanización.

Las hormigas, *P. clavata*, son reconocidas como indicadores ecológicos sensibles a los cambios ambientales. Su distribución geográfica y comportamiento de forrajeo las convierten en candidatas ideales para evaluar cómo la urbanización afecta la salud y la funcionalidad ecológica de los ecosistemas tropicales (Delsinne, 2019). Al entender cómo estas hormigas gestionan recursos como alimento y refugio en entornos urbanos versus silvestres, podemos obtener

información sobre la resiliencia de las comunidades de artrópodos frente a perturbaciones antropogénicas.

En Ecuador, en la región amazónica, no existen investigaciones previas sobre el comportamiento de forrajeo de esta especie, lo cual resalta la importancia de desarrollar estudios de este tipo en estos entornos. Durante el reto iNaturalist 2019 de la ciudad de Tena, se registraron avistamientos de *P. clavata* en el Parque Amazónico La Isla y otras zonas urbanas. Este registro inicial sugiere la presencia activa de la especie en áreas urbanizadas, lo que refuerza la necesidad de investigar cómo estas hormigas se comportan en comparación con sus contrapartes en entornos no perturbados.

Este estudio se justifica no solo por la necesidad de documentar y comprender el comportamiento específico de forrajeo de *P. clavata* en diferentes entornos, sino también por su relevancia para el diseño de estrategias de conservación efectivas. Al comparar sus patrones de actividad, selección de alimentos y dinámicas sociales en áreas urbanas y no perturbadas como Hatun Sacha, se pueden identificar adaptaciones necesarias para la supervivencia de estas especies en paisajes modificados por humanos.

---

#### 4. Preguntas de investigación

¿Cómo cambia el comportamiento de forrajeo y rasgos funcionales en *Paraponera clavata* en entornos urbanos y silvestres?

#### 5. Hipótesis

H0: No existen diferencias en el comportamiento de forrajeo y en los rasgos funcionales en *Paraponera clavata* en ambientes urbano y silvestre.

H1: Existen diferencias en el comportamiento de forrajeo y rasgos funcionales en *Paraponera clavata* en ambientes urbano y silvestre.

---

#### 6. Objetivos de la investigación

##### 6.1 General

Evaluar las diferencias del comportamiento de forrajeo y morfología funcional en colonias de *Paraponera clavata* en entornos urbanos y naturales.

##### 6.2. Específicos

- Comparar los patrones de forrajeo en colonias de *Paraponera clavata* en entorno urbanos y naturales.
- Examinar los rasgos funcionales de las hormigas en entorno urbanos y naturales.

- Describir las variaciones morfológicas de los rasgos funcionales a partir de morfometría geométrica.

## Métodos

El sitio de estudio se encuentra en la ciudad de Tena, la cual tiene un clima cálido y húmedo. La temperatura promedio es de 26 °C y la precipitación anual varía entre 800 y 4000 mm (GADM de Tena, 2014).

Este estudio se llevó a cabo en dos tipos de uso del suelo: áreas urbanas y áreas silvestres. El sitio dentro del casco urbano, ubicado junto al río Napo, se encuentra específicamente en el sendero La Misión (0°59'27.7"S, 77°49'22.1"W) (Fig. 1c). El segundo se encuentra ubicado en barrio sendero ofrece la oportunidad de observar la flora y fauna en su estado natural, estando en contacto directo con los barrios y las actividades antrópicas.



**Figura 1. Representación del área de estudio (a) Mapa de Ecuador continental y la provincia de Napo . Sitio de estudio Sendero La Misión.**

## **Diseño observacional**

En cada colonia de *Paraponera clavata*, se realizará observaciones de 60 individuos focales para estudiar su comportamiento de forrajeo. Las hormigas fueron marcadas con pinturas acrílica no tóxica sin olor para evitar el seguimiento repetido de los mismos individuos.

Los muestreos se llevarán a cabo durante dos días consecutivos, con sesiones de observación de entre 4 y 7 horas cada día (Fewell et al., 1996). Durante estas sesiones, se registrará diferentes actividades que se dividirá en las siguientes categorías:

### **1. Tiempo de Búsqueda:**

- **Descripción:** La fase en la que las hormigas salen del nido y buscan ítems de alimento.
- **Medición:** Se registró el tiempo transcurrido desde que la hormiga sale del nido hasta que encuentra un ítem.

### **2. Tipo de Alimentación :**

- **Descripción:** Una vez encontrado el alimento, la hormiga pasa tiempo manipulando y preparándolo para el transporte.
- **Medición:** Se categoriza el tipo de ítem.

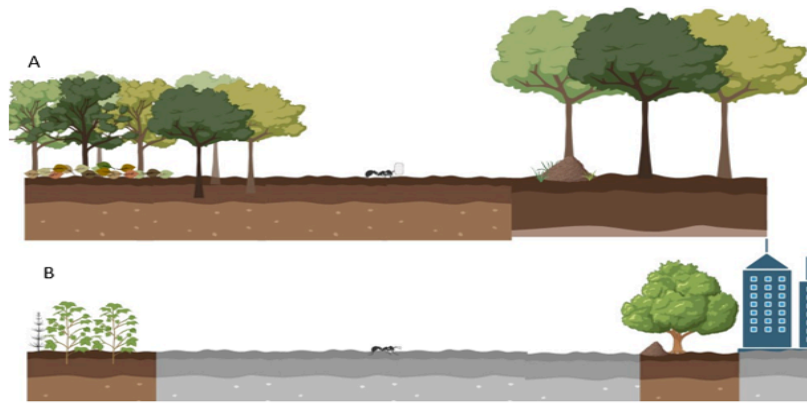
### **3. Tiempo de Regreso:**

- **Descripción:** La fase en la que la hormiga transporta el alimento de vuelta al nido.
- **Medición:** Se registró el tiempo que tarda la hormiga en regresar al nido con el ítem.

### **4. Excursión Total de Forrajeo :**

- **Descripción:** La suma de los tiempos de búsqueda, manipulación y regreso.
- **Medición:** Se calculó sumando todos los tiempos anteriores para obtener el tiempo total de un viaje de forrajeo.

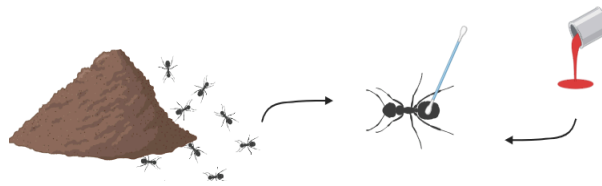




**Figura 2. Diagrama de forrajeo de *Paraponera clavata* en entorno (A) silvestre y (B) urbano.**

### **Marcaje de individuos**

En este estudio, se empleará pintura acrílica no tóxica para marcar a las hormigas, siguiendo la metodología propuesta en estudios anteriores (Fig. 3);(Schultheiss,2024). Diversos estudios relacionados con esta técnica de marcaje sugieren que la misma no tiene efectos negativos sobre el comportamiento de las especies de formícidos evaluadas.



**Figura 3. Diagrama del marcaje para individuos de *Paraponera clavata*.**

### **Morfometría geométrica de rasgos funcionales**

La morfometría geométrica es una herramienta avanzada que permite el análisis de las formas biológicas a través de técnicas estadísticas que consideran la geometría de las estructuras. Esto hace que la MG sea una herramienta útil y sencilla para evaluar similitudes y diferencias de carácter morfológico y ecológico entre individuos, grupos de una misma especie, entre especies distintas, poblaciones (Villalobos-Leiva & Benítez, 2020).

Para examinar los rasgos, se tomarán muestras de hormigas previamente marcadas, los ejemplares serán conservados en alcohol al 75% hasta su identificación. En cada sitio de estudio, se identificarán 10 individuos. Se medirán un total de seis rasgos morfológicos que reflejarán las funciones ecológicas de las especies en los ecosistemas (Tabla 1 ),(Kaspari, 1996).

**Tabla 1 Rasgos morfológicos seleccionados para análisis e hipótesis**

<b>Rasgo</b>	<b>Indicador de función</b>
<b>Longitud de Weber (WL)</b>	Indicador del tamaño corporal de la hormiga
<b>Ancho de la cabeza (AP)</b>	Representa una estrategia de búsqueda de alimento, debido al mayor tamaño.
<b>Ancho de ojos (EH)</b>	Según los informes, el tamaño de los ojos estaba correlacionado con la luz
<b>Longitud de mandíbula (ML)</b>	Cuanto más larga es la mandíbula, mayor es la presa de la hormiga.
<b>Longitud de la tibia media (MTL)</b>	La eficiencia de locomoción contribuye a una locomoción más rápida.
<b>Distancia interocular (DI)</b>	La distancia de los ojos afecta la estrategia de caza o el hábitat.

Se tomarán fotografías de alta resolución de los especímenes utilizando un estereoscopio que cuenta con Cámara digital RELIFE M-12 (36 megapíxeles) conectada a estereoscopio AmScope SM-1TSZ-V203 3.5X-90X, con fuente de iluminación blanca para identificar claramente los contornos de las hormigas. Luego, se usarán programas TPSUtil (Rohlf, 2015) para crear archivos múltiples y reordenar para facilitar el uso. También, se usarán programas del paquete IMP, MakeFan (Sheets, 2012), para cargar las imágenes y dibujar moldes de contorno, que permitirá construir moldes de "abanico" o "peine" para subdividir el contorno en segmentos comparables. Se seleccionarán puntos de referencia (landmarks) en áreas clave del cuerpo de la *P.clavata*, como el ancho de la cabeza y otros rasgos funcionales (Fig 4.) Después, se utilizará TPSdig (Rohlf, 2015) para digitalizar y capturar las coordenadas de los puntos de referencia y los puntos de contorno en las imágenes.

Las coordenadas XY de los puntos de referencia se importarán al programa CoordGen (Sheets, 2012) del paquete IMP, que transformará las coordenadas mediante técnicas de superposición a

coordenadas Procrustes. Estas coordenadas se usarán para estimar los componentes de las deformaciones. Luego, se realizarán análisis de variación de la forma utilizando PCAGen y CVAGen (Sheets, 2012) del paquete IMP, que ordenarán los componentes de la deformación relativa y analizarán las variaciones morfológicas entre los individuos.

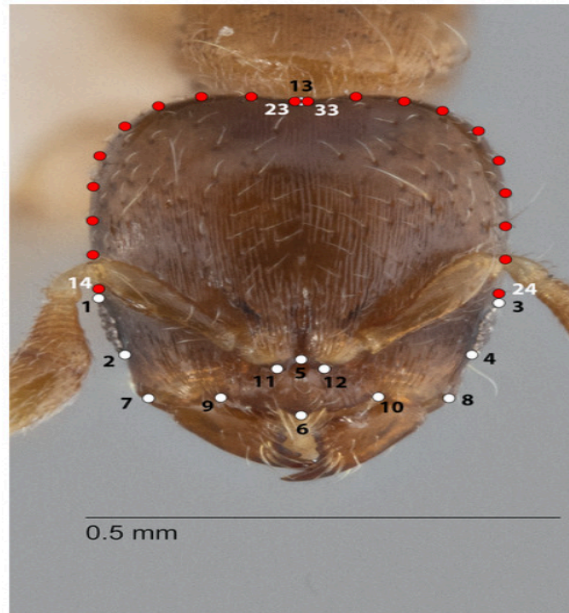


Figura 4. Puntos de referencia (blanco) y semipuntos de referencia (rojo) para el aspecto de la cabeza  
DOI: 10.7717/peerj.16416/fig-1

### **Análisis estadístico**

Los análisis estadísticos se llevarán a cabo en R (R Core Team, 2023) y RStudio (RStudio Team, 2023), para visualizar las variaciones de los rasgos funcionales anteriores, se utilizará el análisis de componentes principales (PCA). El PCA se basó en la matriz de covarianza de los rasgos funcionales individuales. Para visualizar el cambio promedio en las poblaciones de huertos orgánicos e integrados, se creó una matriz de covarianza de los datos promedio (Tatalović et al., 2020). El PCA se realizará para determinar la variabilidad general entre las poblaciones estudiadas, donde el porcentaje de variación entre ejes (PC) representa las diferentes dimensiones del espacio de forma. Para detectar diferencias estadísticas en los rasgos funcionales, se realizará un ANOVA de Procrustes.

---

## **7. Cronograma de actividades**

OBJETIVOS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
Definición del tema	■								
Recopilación de información bibliográfica	■	■							
Identificación de las colonias en los sitios de estudio		■	■						
Revisión del diseño observacional			■						
Recolección de los individuos			■						
Observar y registrar comportamiento				■	■	■	■	■	■
Medir los rasgos morfológicos con el estereoscopio							■	■	■
Uso de Rstudio para el análisis estadístico								■	■
Revisiones con el tutor									■

## 8. Presupuesto referencial

Presupuesto referencial			
3	Permisos Ministerio del Ambiental	\$11.66	\$ 34.98
5	Trampa para las hormigas	\$9.00	\$ 45.00
2	kit entomológico	\$8.60	\$ 17.20
1	Pintura para marcas	\$22.25	\$ 22.50
1	Alcohol 70%	\$3.00	\$ 3.00 -
5	Bolsas para hormigas capturadas	\$2.00	\$ 10.00
5	Recipientes herméticos	\$22.50	\$ 22.50
60	Pasajes	\$5.00	\$ 300.00
20	Guías	\$30.00	\$ 600.00
1	Estereoscopio		\$ -
1	GPS		\$ -
1	Linternas	\$3.00	\$ 3.00
1	Regla milimétrica	\$3.00	\$ 3.00
1		\$19.99	\$ 19.99
Total			1.091.99

## 9. Referencias bibliográficas

- Delsinne, T., Sonet, G. et al. (2019). *Hormigas de Colombia. Cap. 21 Subfamilia Paraponerinae*.
- Farajollahzadeh, S., Ramezani, L., & Mohammadi, S. (2023). Biodiversity of ants (Hymenoptera: Formicidae) in different urban environments: A case study in Shiraz, Iran. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture)* 46(2). <https://doi.org/10.22055/ppr.2023.43725.1691>
- Fewell, J. H., Harrison, J. F., Lighton, J. R. B., & Breed, M. D. (1996). Foraging energetics of the ant, *Paraponera clavata*. *Oecologia*, 105(4), 419–427. <https://doi.org/10.1007/BF00330003>
- Forero-Chavez, N., Arenas-Clavijo, A., Armbrecht, I., & Montoya-Lerma, J. (2024). Urban patches of dry forest as refuges for ants and carabid beetles in a neotropical overcrowded city. *Urban Ecosystems*. <https://doi.org/10.1007/s11252-023-01504-y>
- Kaspari, M. (1996). Worker size and seed size selection by harvester ants in a Neotropical forest. *Oecologia*, 105(3), 397–404. <https://doi.org/10.1007/BF00328743>
- Luo, Y., Wei, Q. M., Newman, C., Huang, X. Q., Luo, X. Y., & Zhou, Z. M. (2023). Variation in *Pheidole nodus* (Hymenoptera: Formicidae) functional morphology across urban parks. *PeerJ*, 11. <https://doi.org/10.7717/peerj.15679>
- McGee, K. M., & Eaton, W. (2014). The Effects of the Conversion of a Primary to a Secondary Tropical Lowland Forest on Bullet ant (*Paraponera clavata*) Foraging Behavior in Costa Rica: A Possible Indicator of Ecosystem Condition. *Journal of Insect Behavior*, 27(2), 206–216. <https://doi.org/10.1007/s10905-013-9413-5>
- Melliger, R. L., Braschler, B., Rusterholz, H. P., & Baur, B. (2018). Diverse effects of degree of urbanisation and forest size on species richness and functional diversity of plants, and ground surface-active ants and spiders. *PLoS ONE*, 13(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199245>
- Nooten, S. S., Schultheiss, P., Rowe, R. C., Facey, S. L., & Cook, J. M. (2019). *Habitat complexity affects functional traits and diversity of ant assemblages in urban green spaces (Hymenoptera: Formicidae)*. [https://doi.org/10.25849/myrmecol.news\\_029:067](https://doi.org/10.25849/myrmecol.news_029:067)
- Ossola, A., Nash, M. A., Christie, F. J., Hahs, A. K., & Livesley, S. J. (2015). Urban habitat complexity affects species richness but not environmental filtering of morphologically-diverse ants. *PeerJ*, 2015(10). <https://doi.org/10.7717/peerj.1356>
- Rohlf, F. J. (2015). TPSUtil. Version 1.76. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook. <https://www.sbmorphometrics.org/soft-utility.html>
- Rohlf, F. J. (2015). TPSdig. Version 2.32. Department of Ecology and Evolution, State University of New York, Stony Brook. <https://www.sbmorphometrics.org/soft-dataacq.html>
- Sheets, H. D. (2001-2012). MakeFan. Integrated Morphometrics Package (IMP) [Software]. Canisius College. <https://catalog.canisius.edu/graduate/college-arts-sciences/anthrozoology/>
- Sheets, H. D. (2001-2012). Integrated Morphometrics Package (IMP) [Software]. Canisius College. <https://catalog.canisius.edu/graduate/college-arts-sciences/anthrozoology/>

- Perfecto, I., & Philpott, S. M. (2023). Ants (Hymenoptera: Formicidae) and ecosystem functions and services in urban areas: a reflection on a diverse literature. *Myrmecological News*, 33, 103–122. [https://doi.org/10.25849/myrmecol.news\\_033:103](https://doi.org/10.25849/myrmecol.news_033:103)
- Schultheiss, P. (2024). Unbalanced visual cues do not affect search precision at the nest in desert ants (*Cataglyphis nodus*). *Learning and Behavior*, 52(1), 85–91. <https://doi.org/10.3758/s13420-023-00613-0>
- Tatalović, L. I., Anđelić, B., Jelić, M., Kos, T., Benítez, H. A., & Jelaska, L. Š. (2020). Fluctuating asymmetry as a method of assessing environmental stress in two predatory carabid species within mediterranean agroecosystems. *Symmetry*, 12(11), 1–17. <https://doi.org/10.3390/sym12111890>
- Villalobos-Leiva, A., & Benítez, H. A. (2020). Morfometría Geométrica y sus Nuevas Aplicaciones en Ecología y Biología Evolutiva. Parte 2 Geometric Morphometric and its New Applications in Ecology and Evolutionary Biology. Part 2. In *Int. J. Morphol* (Vol. 38, Issue 6). <https://life.bio.sunysb.edu/>
- Yilmaz, A. R., Chick, L. D., Perez, A., Strickler, S. A., Vaughn, S., Martin, R. A., & Diamond, S. E. (2019). Remarkable insensitivity of acorn ant morphology to temperature decouples the evolution of physiological tolerance from body size under urban heat islands. *Journal of Thermal Biology*, 85. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2019.102426>
- Wang, W. Y., & Yamada, A. (2023). Scrutinising an inscrutable bark-nesting ant: Exploring cryptic diversity in the *Rhopalomastix javana* (Hymenoptera: Formicidae) complex using DNA barcodes, genome-wide MIG-seq and geometric morphometrics. *PeerJ*, 11. <https://doi.org/10.7717/peerj.16416>
- Youngsteadt, E., Prado, S. G., Keleher, K. J., & Kirchner, M. (2023). Can behaviour and physiology mitigate effects of warming on ectotherms? A test in urban ants. *Journal of Animal Ecology*, 92(3), 568–579. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13860>
- Zhang, X., Lu, Z. xing, Zhang, N. nian, & Chen, Y. qing. (2022). Data of ant community compositions and functional traits responding to land-use change at the local scale. *Biodiversity Data Journal*, 10. <https://doi.org/10.3897/BDJ.10.e85119>