



Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

“Influencia de las características biofísicas de techos verdes sobre comunidades de artrópodos de suelo: un análisis taxonómico y funcional”

Tesista: Boris Oliver Bikic

Firma:

Director: Ezequiel González

Firma:

Co-directora: María Silvina Fenoglio

Firma:

Centro de Investigaciones Entomológicas de Córdoba (CIEC)
Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV)

-Córdoba, Septiembre 2023-

“Influencia de las características biofísicas de techos verdes sobre comunidades de artrópodos de suelo: un análisis taxonómico y funcional”

Alumno: Boris Oliver Bikić

Director: Ezequiel González

Co-directora: María Silvina Fenoglio

Tribunal Examinador

- Nombre y Apellido: Moira Battan Horenstein..... Firma:
- Nombre y Apellido: Ana Carolina Mateos..... Firma:
- Nombre y Apellido: Leonardo Galetto..... Firma:

Calificación:

Fecha:

Índice:

Agradecimientos.....	4
Resumen.....	5
Introducción.....	6
Materiales y Métodos.....	11
Resultados.....	15
Discusión.....	33
Bibliografía.....	40
Anexos.....	48

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis directores Ezequiel Gonzalez y María Silvina Fenoglio por toda su ayuda, empuje, guía y paciencia durante esta etapa. A mis compañeros de laboratorio del CIEC por sus bellas vibras y voluntad, y a su vez a quiénes me ayudaron a identificar más a fondo las muestras (Paula, Juli, Laura, Hernán, Moira y Matías), a Piqui por su libro y a la gente de Biofloral que siempre me trató con muy buena onda: a Nico, Andrés, Euge, Clau, Salvador, Juli, Connie y Cocucci. Agradezco al tribunal por su tiempo, predisposición y devoluciones para hacer mejor este trabajo.

Agradezco a las circunstancias por haber tenido la oportunidad de estudiar en esta universidad y haber encontrado varios tesoros entre mis compañeros y profes en todo este camino, que me acompañaron, ayudaron y a través de quiénes aprendí cosas invaluable.

Le doy gracias muy especiales a las amistades profundas que se generaron y formaron parte de mi familia elegida, a Andresito, Juli, Iari, Sari, Javi, Marie, Bruno, Flori pupi; a Fer, Dieguito, Seba, León, Fran, Lu, Stefa, Andrés, Karen, Sayri, Amilcar, Mile, Vir, Juli, Eze, Alu, Iron, Lipari, Indio, Mica, Diego, Marín, y Emi, y a muchas personas que sumaron bienestar.

También quiero mencionar a Julia que me ayudó realmente a seguir adelante con este proyecto, y le doy también las gracias a Mel y Ciro por el apoyo y la compañía.

Agradezco a las amistades fuera de la facultad que me acompañaron con mucho cariño como Belu, Palito, Andrés, Caro, Maxi, Lisa, Rafa, Sacha, Fede, Marcelo, Agus, Emi, Vicky y Luji. Doy las gracias a Agus que me ayudó con este último periodo intenso de cierre, a mi familia que me acompañó en esta odisea, a mi tía Didi, Lupa, Vitto, a mis hermanas, y en especial a mi papá, Gerry y a mi mamá que estuvieron siempre.

Por último quiero darme las gracias por haber perseverado de alguna manera u otra, y a la música por ser la fuente de inspiración y fuerza.

RESUMEN

La urbanización implica profundos cambios en el uso de la tierra provocando pérdidas de biodiversidad. Los techos verdes son un tipo de infraestructura verde que puede mitigar estos efectos al funcionar como nuevos hábitats urbanos. Diferentes características biofísicas de los techos verdes a escala local o de paisaje pueden afectar a las comunidades de artrópodos. Sin embargo, existen pocos estudios sobre artrópodos de suelo, en particular con un enfoque multi-taxonómico o que incluyan rasgos funcionales de las especies. Aquí, se evaluó cómo responden los artrópodos de suelo, a nivel taxonómico y funcional, a características biofísicas de techos verdes en contextos urbanos y semi-rurales. Para tal fin, se seleccionaron 20 techos verdes distribuidos en tres zonas de la Provincia de Córdoba. Los artrópodos se muestrearon utilizando trampas pitfall y fueron clasificados taxonómicamente y asignados a categorías de los rasgos funcionales tamaño, movilidad, tipo de hábitat y gremio trófico. Se colectaron 7155 artrópodos representados por 244 morfoespecies, siendo los colémbolos el grupo más abundante y los insectos el más diverso. Sustratos más profundos presentaron una mayor riqueza de especies total, mientras que la composición de plantas tuvo efectos sobre la mayoría de los grupos funcionales. Techos con riego y aquellos ubicados en paisajes con más verde presentaron mayor abundancia total de artrópodos. La riqueza de plantas y el tipo de sustrato influyeron principalmente sobre gremios tróficos, en tanto que el área y la altura no fueron relevantes. A fin de promover la diversidad de artrópodos de suelo, sería ideal considerar la profundidad del sustrato como una de las variables más importantes, así como la composición vegetal, y el tipo de sustrato. Así mismo, es destacable que techos con poco mantenimiento, sin riego, puedan sostener comunidades diversas de artrópodos.

Influencia de las características biofísicas de techos verdes sobre comunidades de artrópodos de suelo: un análisis taxonómico y funcional

Palabras clave: urbanización, techos vivos, rasgos funcionales, sustrato, fauna edáfica, biodiversidad

INTRODUCCIÓN

El aumento de la urbanización, reflejo del incremento incesante de la población, es una de las problemáticas ambientales más importantes a nivel global, ya que implica profundos cambios en el uso de la tierra (Elmqvist et al., 2016; Faeth et al., 2011). Algunas de las consecuencias del proceso de urbanización son el aumento de la temperatura (Manoli et al., 2019), la contaminación y el reemplazo de tierra y vegetación por superficies impermeables de cemento, asfalto y otros derivados del petróleo (Grimm et al., 2008; New, 2015; Pickett et al., 2011). Estas superficies impermeables obstaculizan el asentamiento de diversas especies vegetales y animales (Platt, 2004; McKinney, 2008). En consecuencia, se genera un paisaje de hábitats naturales discontinuos y fragmentados, y un entorno ambiental degradado (Grimm et al., 2008), lo que lleva a la pérdida de diversidad y abundancia de especies en numerosos grupos de organismos (Beninde et al., 2015; Fenoglio et al., 2020; van Klink et al., 2020).

A fin de mitigar los efectos negativos de la urbanización en la biodiversidad actualmente se están revalorizando, remediando y/o creando espacios verdes (e.g., remanentes de bosques, jardines, huertas familiares, riberas y techos verdes), que pueden albergar una gran diversidad de especies, proporcionar servicios multifuncionales, y contribuir a conectar a las personas con la naturaleza (Ives et al., 2016; Aronson et al., 2017). Particularmente, los techos verdes generan espacios naturales dinámicos que pueden albergar a diferentes organismos (Brenneisen, 2006; Oberndorfer et al., 2007), a diferencia de las superficies impermeables propias de los techos convencionales. Los techos verdes consisten de un estrato vivo, constituido por tierra, plantas y otros organismos (Blaustein et al., 2016), debajo del cual hay múltiples capas que impermeabilizan a la construcción. Los techos verdes ofrecen múltiples beneficios ambientales, entre los que se destaca la reducción de la temperatura (Imhof et al., 2021), especialmente cuando se utilizan comunidades diversas de plantas (Robbiati et al., 2022), la retención de aguas pluviales y disminución de la contaminación del aire (Oberndorfer et al., 2007). Sin embargo, es necesario remarcar que uno de los aspectos menos estudiados en techos verdes es su capacidad de funcionar como sistemas biológicos que intentan mantener o incrementar la diversidad asociada (Blaustein et al., 2016).

Además de la vegetación del techo, que puede ser implantada o bien espontánea, diferentes estudios demostraron que múltiples tipos de organismos como aves, murciélagos, hongos y artrópodos pueden habitar los techos verdes (revisado por Thuring & Grant, 2016). En particular, los artrópodos son un grupo extremadamente importante y diverso, ya que proveen múltiples beneficios para el ambiente y el ser humano. Algunos de estos beneficios son el ciclado de nutrientes, el control biológico de plagas, la aireación del suelo, la estabilización del sustrato y la polinización (Noriega et al., 2018). Cabe destacar que los artrópodos son negativamente afectados por la urbanización (Fenoglio et al., 2020), sobre todo aquellos grupos con movilidad más reducida (Niemelä & Kotze, 2009; Martinson & Raupp, 2013). Por lo tanto, los techos verdes podrían actuar como hábitats sustitutos al promover la conservación de especies de insectos urbanos (Williams et al., 2014; New, 2015).

Dentro de los artrópodos, tienen particular relevancia aquellas especies que habitan el suelo, donde se encuentran comúnmente ácaros, arañas, colémbolos, hormigas y escarabajos, entre otros. Dichos artrópodos están involucrados en un amplio rango de procesos ecológicos y servicios ecosistémicos relacionados al suelo (Brussaard, 1997; Heemsbergen et al., 2004; De Vries et al., 2013). Por ejemplo, los detritívoros contribuyen a la calidad del suelo, a la rotación de carbono y a la nutrición de los organismos vegetales (Wardle et al., 2004; Nielsen et al., 2011). A su vez, algunos subgrupos como insectos parasitoides (si bien no son típicos del suelo sus estados inmaduros pueden encontrarse en él), ácaros e insectos predadores, arañas y miriápodos, funcionan como controladores de plagas, siendo importantes reguladores naturales (Noriega et al., 2018).

Los artrópodos en techos verdes son afectados por diferentes características biofísicas que pueden actuar a nivel de paisaje o local (revisado por Coulibaly et al., 2023, Wang et al., 2022). Los factores que afectan a los artrópodos a nivel del paisaje tienen que ver con la conectividad (proximidad y configuración espacial) entre los techos y otros espacios verdes (Blank et al., 2017; Fabián et al., 2021). Por otro lado, los factores locales se relacionan con aspectos estructurales de los techos como la profundidad y calidad del sustrato, el tipo y porcentaje de cobertura vegetal, la complejidad estructural, la altura, el área y la edad del techo verde (e.g., Berthon, 2015; Kyro et al., 2018; MacIvor, 2016; Schindler et al., 2011). Debido a sus hábitos y formas de vida, se espera que los factores locales ejerzan una mayor influencia sobre la riqueza y abundancia de artrópodos de suelo que variables que actúan a nivel de paisaje. Por ejemplo, se ha observado que la altura del techo los afecta de manera negativa debido a la reducida movilidad que tienen en general estos organismos (Madre et al., 2013). En cambio, la edad, profundidad y calidad del sustrato, benefician su biodiversidad (Kyro et al., 2018; revisado por Wang et al., 2022). Otra variable importante es la cobertura vegetal, ya que techos con mayor cobertura vegetal ofrecen más recursos y por lo tanto benefician a las comunidades de artrópodos (Kyro et al., 2018). Además, esta variable también se relaciona con la cantidad y calidad de

la hojarasca de un techo verde, factor relevante en la protección del suelo y como materia prima de los artrópodos descomponedores y detritívoros (e.g., Filser, 2002; Cortet et al., 2003; Teuben & Roelofsma, 1990). En relación a la vegetación, otra variable que podría ser importante es la composición de la comunidad de plantas, ya que se observó que la misma puede afectar la estructura de gremios y la composición de artrópodos de la hojarasca (Medianero et al., 2007) y la abundancia de invertebrados en pastizales (Koricheva et al., 2000). Sin embargo, aún no existen estudios que analicen la composición vegetal en techos vivos como factor determinante de los artrópodos de suelo. Por otra parte, variables como la cantidad de materia orgánica y la humedad pueden ser factores relevantes para las comunidades de artrópodos del suelo (Bray & Wickings, 2019; Ge et al., 2019). La humedad en los techos verdes, dada su exposición al sol y el viento, puede afectar la tasa de mortalidad de los artrópodos de suelo y por ende regular su densidad (Ge et al., 2019). Sin embargo, el uso de riego artificial podría mitigar la desecación y así beneficiar a estos organismos (Nagase et al., 2018).

Las respuestas de los artrópodos a variables ambientales generadas por el proceso de urbanización dependen en gran medida de sus rasgos funcionales (Aronson et al., 2016; Fenoglio et al., 2021). Los artrópodos de suelo tienen diversos hábitos alimenticios y comparten ciertas características como su pequeño tamaño y reducida visión (Pey et al., 2014). A pesar de que se considera un grupo con limitada movilidad, poseen diferentes formas de dispersión, desde grupos con capacidad de vuelo como algunos coleópteros, a grupos de escasa movilidad como ácaros o larvas cavadoras. A su vez, se puede clasificar a estos organismos en superficiales y subterráneos en base a sus modos de vida. Los superficiales se caracterizan por ser más móviles, tener una mejor visión y una mayor pigmentación que los subterráneos (Dunger et al., 2002; Pey et al., 2014). Estos rasgos tienen implicancias funcionales, ya que están involucrados en procesos multitróficos en los cuales los artrópodos participan y en el funcionamiento ecosistémico (Moretti et al., 2017). Por otra parte, el estudio enfocado en los rasgos funcionales puede resultar más sencillo que el enfoque taxonómico en algunas ocasiones, debido a la simplicidad de resumir la información de grupos que tienen una diversidad taxonómica muy alta, como los artrópodos, en un tiempo relativamente corto. Es así que los rasgos funcionales pueden a menudo explicar de mejor manera los procesos ecosistémicos, en comparación a parámetros como la riqueza taxonómica (Díaz et al., 2003; Gagic et al., 2015).

Ya enumerados los factores que entran en juego, este trabajo se centra en el estudio de los artrópodos de suelo en techos verdes ubicados en un gradiente urbano-semi rural de Córdoba (Argentina). El objetivo general de este trabajo fue evaluar cómo se estructuran las comunidades de artrópodos de suelo, tanto a nivel taxonómico como funcional, en relación a diferentes características biofísicas de techos verdes. Uno de los aspectos a destacar es que este trabajo representa el primer estudio sobre biodiversidad de artrópodos de suelo en techos verdes de Argentina. Se une así a otros

estudios realizados por este grupo de investigación (Fabián et al., 2021; Sánchez Dominguez et al., 2020) que aportan evidencias necesarias para estos sistemas en países de Latinoamérica, dado que la mayoría de estudios provienen de Estados Unidos y Europa (Blank et al., 2013). Con todo lo expuesto, se proponen los siguientes objetivos, hipótesis y predicciones:

Objetivo general:

Evaluar cómo responden las comunidades de artrópodos de suelo, tanto a nivel taxonómico como funcional, en relación a diferentes características biofísicas de techos verdes localizados en contextos urbanos y semi-rurales.

Objetivos específicos:

- 1) Analizar el efecto de características biofísicas de los techos (profundidad de sustrato, área, edad, altura, riqueza y composición vegetal, presencia/ausencia de riego y cobertura verde a nivel de paisaje) sobre la diversidad taxonómica (riqueza y abundancia) de artrópodos de suelo.
- 2) Examinar posibles diferencias en dichas respuestas en relación a grupos de artrópodos con distintos rasgos funcionales (tamaño, movilidad, hábito alimenticio y especialización de hábitat).

Hipótesis:

1. La riqueza de especies y abundancia de artrópodos de suelo se ven influidas en mayor medida por características biofísicas del techo relacionadas al sustrato (edad y profundidad), la humedad y la altura debido a su estrecha relación con el suelo y su capacidad de dispersión limitada. Por otro lado, la cobertura verde a escala de paisaje tiene una menor influencia pero puede ser relevante al actuar como fuente de especies.
2. Los rasgos funcionales de los artrópodos de suelo como el hábito alimenticio, el tamaño corporal, la capacidad de dispersión y el estrato del suelo que habitan son importantes moduladores de las respuestas de los artrópodos a los factores biofísicos de los techos. Esto se debe a que ciertos niveles de estos rasgos están asociados con una mayor susceptibilidad a ciertos factores. Puntualmente, especies de tamaño y movilidad reducidas, tienen capacidades limitadas para colonizar techos pequeños o aislados de otras fuentes. Por otro lado, las especies de niveles tróficos elevados como predadores y parasitoides suelen ser más afectadas por variables relacionadas al aislamiento y la cantidad de hábitat (cobertura verde en el paisaje y área del techo), ya que generalmente necesitan hábitats más grandes para encontrar suficientes recursos. Por el contrario, los artrópodos herbívoros y polinizadores responden principalmente a cambios en el recurso vegetal disponible, mientras que los

parasitoides también pueden responder a cambios en la vegetación a través de efectos mediados por los herbívoros. Finalmente, grupos que habitan estratos subterráneos del suelo o que tienen hábitos detritívoros podrían encontrar una mayor disponibilidad de nichos ecológicos en techos con sustrato profundo o en sustratos con características físicas o químicas particulares. A su vez, los últimos grupos mencionados presentan características físicas y biológicas que los hacen más susceptibles a la desecación.

Predicciones:

1. Se espera encontrar mayor riqueza de especies y abundancia de artrópodos de suelo en los techos verdes de mayor edad, profundidad, superficie y de menor altura. A su vez, techos rodeados por mayores superficies de espacios verdes o áreas silvestres (cobertura verde a nivel de paisaje) tendrán también mayor riqueza y abundancia.

2. Respecto a los rasgos funcionales, se espera que artrópodos de niveles tróficos más elevados, de menor tamaño corporal, y de menor movilidad sean menos diversos y abundantes a medida que aumente el aislamiento vertical y de paisaje y en techos con menor área. Además, la abundancia y riqueza de artrópodos fitófagos, polinizadores y parasitoides será mayor con el incremento de la riqueza vegetal y se verán afectadas por cambios en la composición vegetal. Por otro lado, artrópodos de hábitos subterráneos y detritívoros serán más diversos y abundantes al incrementar profundidad del sustrato, en techos que presenten sustratos livianos o con mayor cantidad de materia orgánica y en techos con presencia de riego.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este trabajo forma parte de un proyecto mayor que comenzó en febrero de 2017, liderado por quienes dirigen este trabajo (Dra. María Silvina Fenoglio y Dr. Ezequiel Gonzalez). Para esta tesina se seleccionaron 20 techos verdes, de los cuales 5 están localizados en el valle de Paravachasca, 8 en las Sierras Chicas y 7 en la ciudad de Córdoba (Figura 1; Tabla A1). Los techos verdes del valle de Paravachasca y Sierras Chicas corresponden en su mayoría a viviendas familiares siguiendo técnicas de bioconstrucción. En la ciudad de Córdoba, por su parte, los techos verdes que se estudiaron corresponden tanto a viviendas familiares como a edificios comerciales a fin de lograr una mayor representatividad de los techos vivos que existen en la ciudad (Suarez, et al., 2016).

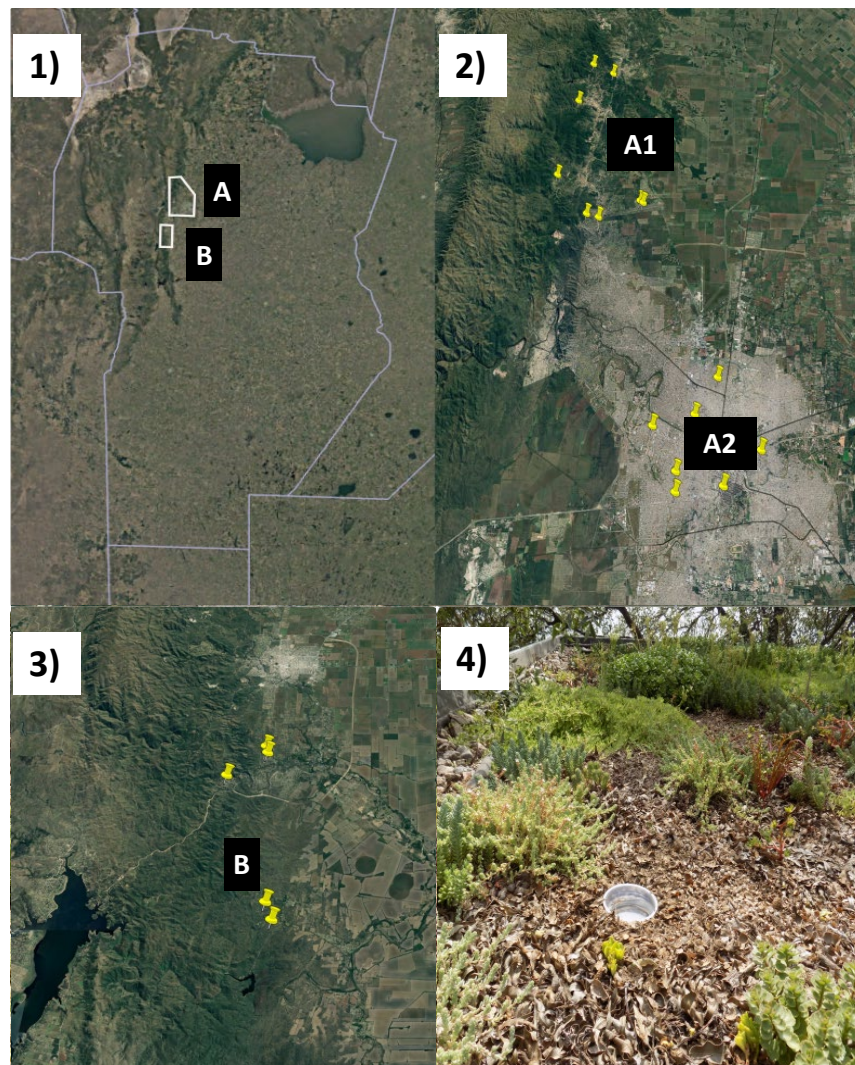


Figura 1. Localización de los techos verdes en las diferentes zonas de estudio y método de muestreo. 1) Mapa de la provincia de Córdoba indicando las zonas de estudio A) y B) 2) Techos ubicados en Sierras Chicas (A1) y Córdoba Capital (A2); 3) Techos ubicados en Valle de Paravachasca (B) 4) Imagen de techo vivo con trampa pitfall. En los paneles 2) y 3) los pins amarillos representan a cada uno de los techos vivos.

Muestreos

La toma de muestras se realizó durante los meses de febrero y marzo de 2017, período del año en el que se registra mayor actividad de los artrópodos, y en el que las precipitaciones acumuladas favorecen a una mayor cobertura vegetal en los techos. En cada uno de los techos verdes se utilizaron para el muestreo tres trampas pitfall o de caída (vasos plásticos de 100 ml) en los que se colocaron 50 ml de etilenglicol al 20 % para la conservación de las muestras. Estas trampas se entierran al nivel del suelo, haciéndose poco visibles en el terreno, son simples de coleccionar y procesar, y de bajo costo. Además, estas trampas son muy utilizadas en estudios de comparación de comunidades de insectos, sobre todo para aquellos caminadores, teniendo una funcionalidad pasiva ya que ni su morfología ni su contenido atraen a los artrópodos (Luff, 1975; Southwood, 1978). Por este motivo, el uso de estas trampas permite conocer la biodiversidad general de los techos, incluidos artrópodos de suelo propiamente dichos. Por simplicidad, de aquí en adelante se consideran artrópodos de suelo a todos los artrópodos capturados por dichas trampas.

Cada trampa se ubicó al menos a 4 m de la siguiente para asegurar que la extensión del área vegetal de cada sitio sea muestreada equilibradamente. Luego de siete días, el contenido de cada trampa se filtró y almacenó en recipientes plásticos con alcohol al 70% junto al rótulo del sitio de muestreo. Las muestras luego fueron llevadas al laboratorio, donde se conservaron para su posterior análisis. Al mismo tiempo en cada techo verde se midieron variables biofísicas a nivel local. Estas variables fueron la edad (meses), el área (m²), la altura (m), la profundidad (cm) y el tipo de sustrato (tierra negra, tierra negra con arena, tierra negra con vermiculita y sustrato alivianado), y se establecieron mediante una entrevista con el dueño de cada techo. La tabla A1 muestra los detalles de estas variables para cada techo. Para evaluar la riqueza de especies de plantas existentes en el techo, se realizó un censo de las especies presentes, recolectando material, que fue herborizado y posteriormente identificado con la ayuda del Dr. Franco Chiarini, siguiendo el criterio del Instituto Darwiniano de Botánica (Zuloaga & Morrone, 2017).

Para definir la proporción de verde a nivel de paisaje, se utilizaron imágenes satelitales Sentinel 2 bandas 4 y 6, de 10 m de resolución (Fecha 14/03/2017). En buffers circulares de radio 200, 400 y 600m rodeando cada techo, se calculó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) que permitió luego estimar el porcentaje de cobertura verde a escala de paisaje (Purevdorj et al., 1998).

Comunidades de artrópodos de suelo

La clasificación de los artrópodos coleccionados se realizó utilizando claves dicotómicas de órdenes y familias. Luego, los individuos se determinaron a nivel de morfoespecies (de aquí en

adelante, especies), siendo su uso respaldado como medida de la diversidad de especies cuando un número grande de individuos es muestreado, y en regiones en las que los conocimientos taxonómicos son limitados (Obrist & Duelli, 2010). Por otra parte, se evaluaron cuatro rasgos funcionales de las especies: gremio trófico, tamaño corporal, especialización de hábitat y movilidad. A nivel de gremios tróficos, los artrópodos se clasificaron en herbívoros, predadores, parasitoides, omnívoros y detritívoros, teniendo en cuenta el hábito dominante de la familia (o la categoría taxonómica más detallada posible). Se consideró el gremio trófico del adulto o del estado del ciclo biológico más relevante desde el punto de vista funcional. Para el rasgo de la movilidad, se clasificaron en alta (especies con alas desarrolladas), intermedia (especies caminadoras con mayor capacidad de dispersión) y baja (especies caminadoras con dispersión limitada). En cuanto al tamaño corporal, las especies fueron medidas en una lupa esteroscópica con ocular milimetrado y se asignaron a tamaños pequeño (menos de 2.5mm), mediano (2,5 a 6mm), grande (más de 6mm), siguiendo criterios similares a estudios previos (e.g., Albrecht et al., 2010; Schweiger et al., 2005). Por último, en la especialización de hábitat, que se relaciona con la posición vertical de los artrópodos en el perfil del suelo, se clasificaron en euedáficos (siempre subterráneos y habitan por debajo de la hojarasca), hemiedáficos (habitan la capa de hojarasca) o epiedáficos (habitan la superficie del suelo). La asignación a los gremios, la determinación de la movilidad y del tipo de hábitat se basó en bibliografía específica para insectos (Triplehorn et al., 2005), colémbolos y ácaros (Bokhorst et al., 2012; Momo & Falco, 2009; Önen & Koç, 2011; Potapov et al., 2020).

Análisis estadísticos

Para caracterizar la composición de las comunidades de plantas en los techos estudiados se realizó un Análisis de Componentes Principales (PCA; Hotelling, 1933) utilizando los datos de presencia/ausencia de especies de plantas por techo. Se consideraron sólo aquellas especies presentes en al menos dos techos y las coordenadas de cada techo en los ejes 1 y 2 fueron utilizadas como variables predictoras de las comunidades de artrópodos de suelo.

Para evaluar los efectos de las diferentes variables de los techos sobre las comunidades de artrópodos se utilizaron Modelos Lineales Generalizados Mixtos (Zuur et al., 2009). Las variables respuesta fueron la abundancia y riqueza de especies (en ambos casos total y por grupo funcional). Las variables riqueza vegetal, proporción de cobertura vegetal a nivel local, profundidad y tipo de sustrato, presencia/ausencia de riego, edad, tamaño y altura del techo, composición vegetal (ejes 1 y 2 del PCA) y porcentaje de cobertura a nivel de paisaje fueron incluidas como efectos fijos. “Trampa” anidada dentro de “zona de muestreo” se incluyó como efecto aleatorio, a fin de contemplar la variabilidad debida a cada una de las regiones donde se encuentran los techos verdes (Valle Paravachasca, Sierras

Chicas, Ciudad de Córdoba). Dado que las variables respuesta son datos de conteo, se utilizó una distribución Poisson de los errores o binomial negativa en caso de sobredispersión (Zuur et al., 2009). Debido a que el número de variables independientes es alto, se trabajó con inferencia basada en modelos múltiples y promedios de modelos. Para esto, para cada variable respuesta se evaluaron modelos con todas las posibles combinaciones de hasta cuatro variables independientes y los modelos fueron ordenados de acuerdo a su valor de AICc (Criterio de Información de Akaike para muestras pequeñas). El modelo con menor valor de AICc y los modelos dentro de un $\Delta AICc = 2$ fueron considerados competitivos y promediados utilizando el criterio de promedio completo (“full averaging”), que penaliza a aquellas variables que están presentes en pocos modelos (Burnham & Anderson, 2004). Este criterio es recomendado cuando varios modelos resultan competitivos, para reducir posibles sesgos hacia modelos complejos con muchas variables (Symonds & Moussali, 2011). En los modelos promediados, se consideraron importantes aquellas variables en las que el intervalo de confianza del estimador no incluyó el 0. En aquellos casos en los que el tipo de sustrato resultó una variable importante, se realizó un test post hoc de Tukey para comparar las diferencias entre tipos de sustrato. Todos los análisis fueron realizados en el software R (R Development Core Team, 2012), utilizando los paquetes lme4 (Bates et al., 2009), MuMIn (Bartón, K., 2009), ggeffects (Lüdtke, D., 2018), multcompView (Graves et al., 2015) y vegan (Oksanen et al., 2019). Dado la gran cantidad de de resultados obtenidos luego de los análisis realizados, se decidió mostrar solo la tabla de modelos promedios para riqueza y abundancia total de artrópodos en la sección Resultados, en tanto que el resto de las tablas en relación a los modelos promedios para los diferentes grupos funcionales y todos los modelos competitivos se muestran en el Anexo. En cuanto a las figuras, se muestran en Resultados todas aquellas relaciones que resultaron significativas (totales y por grupo funcional), a excepción de la composición vegetal para la cual solo se muestran los patrones encontrados para riqueza y abundancia total de artrópodos ya que la mayoría de los grupos funcionales respondieron de la misma manera.

RESULTADOS

Comunidades de plantas

Se encontraron un total de 96 especies de plantas en los 20 techos, pertenecientes a 26 familias. Las familias más diversas fueron Poaceae con 20 spp., Crassulaceae y Asteraceae con 13 spp. y Euphorbiaceae, Malvaceae y Lamiaceae con 5 spp (Tabla A2). Por otra parte, las especies de plantas más frecuentes fueron *Ipomoea* sp. encontrada en 13 techos, *Commelina erecta* y *Portulaca* sp. encontradas en 12, y *Talinum paniculatum* en 9 techos.

En el análisis multivariado para examinar la composición de plantas en los diferentes sitios, el eje 1 del PCA explicó el 18,09 % de la variabilidad, y las principales especies asociadas positivamente a ese eje en orden decreciente fueron, *Portulaca oleraceae*, *Cyperus rotundus*, *Chloris halophila*, *Bidens* sp., *Sida dictiocarpa* y *Commelina erecta* (Figura 2). Por otro lado, las principales especies asociadas negativamente al eje 1 del PCA, en orden decreciente de importancia fueron *Talinum paniculatum*, *Portulaca* sp., *Ipomoea purpurea*, *Trichloris crinita*, *Bidens pilosa* y *Cyperus aggregatus*. Para el eje 2 del PCA, que explicó 12,94 % de la variabilidad, las principales especies asociadas positivamente en orden decreciente fueron *Talinum paniculatum*, *Eragrostis virescens*, *Bidens pilosa*, *Zinnia peruviana*, *Portulaca oleraceae* y *Taraxacum officinalis*. Finalmente, como las principales especies asociadas negativamente con el eje 2 se encontraron *Paspalum dilatatum* y *Trichloris crinita*.

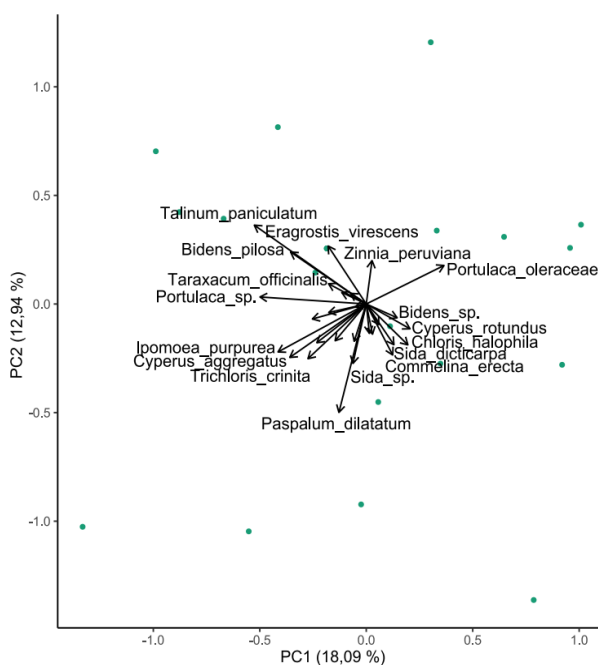


Figura 2 - Biplot del análisis de componentes principales basado en la composición taxonómica de la comunidad de plantas en techos verdes de la provincia de Córdoba. Los círculos verdes representan los diferentes techos y las flechas las especies vegetales. Se muestra el nombre de las especies de plantas más asociadas a los dos ejes (negativa y positivamente). El porcentaje de varianza explicado por cada eje se muestra entre paréntesis.

Comunidades de artrópodos: aspectos generales

En los techos verdes estudiados se encontraron un total de 7155 artrópodos, y una diversidad total de 244 especies (Tabla A3) distribuidas en 6 clases (Insecta, Arachnida, Malacostraca, Chilopoda, Diplopoda y Collembola). En particular, Insecta estuvo representada por 11 órdenes, Arachnida por dos órdenes (Aranae y Pseudoscorpionida) y una subclase (Acari), y Malacostraca por el orden Isopoda. De estos taxones, las clases más abundantes fueron los colémbolos con 2911 individuos, los insectos con 2274, y los arácnidos con 1480. En cuanto a la diversidad, los taxones más diversos fueron los insectos con 158 especies, los arácnidos con 61, y los colémbolos con 19.

La figura 3A muestra la abundancia a nivel de los distintos órdenes colectados, destacándose Symphypleona (Collembola) con 22,49% de la abundancia total, Hymenoptera (15,96%) y Hemiptera (10,95%), y Oribatida (Arachnida, Acari; 9,88%). A nivel de riqueza de especies (Figura 3B), los órdenes más diversos fueron de insectos, incluyendo Hymenoptera (54 especies), Diptera (31), Coleoptera (27), y Hemiptera (25). También se destacaron Aranae con 19 especies y Mesostigmata (Acari) con 17 especies (Figura 3B).

Comunidades de artrópodos: rasgos funcionales

Dentro de los rasgos funcionales estudiados, para el tamaño corporal se detectó que los pequeños fueron los más abundantes (74,33 %; Figura 4A) y los más diversos (49,59 %; Figura 4B). En cuanto a la capacidad de dispersión, el grupo más abundante fue el de dispersión baja (53,93 %; Figura 4C), mientras que el grupo que presentó mayor riqueza fue el de dispersión alta (43,03 %; Figura 4D). Considerando el tipo de hábitat utilizado, los artrópodos hemiedáficos fueron los más abundantes (59,20 %; Figura 4E), y los epiedáficos los más diversos (56,15%; Figura 4F). Por último, respecto a los hábitos alimenticios, los detritívoros fueron los más abundantes (58,64 %; Figura 4G) y presentaron una diversidad alta (27,05 %), junto con los predadores (27,87 %; Figura 4H).

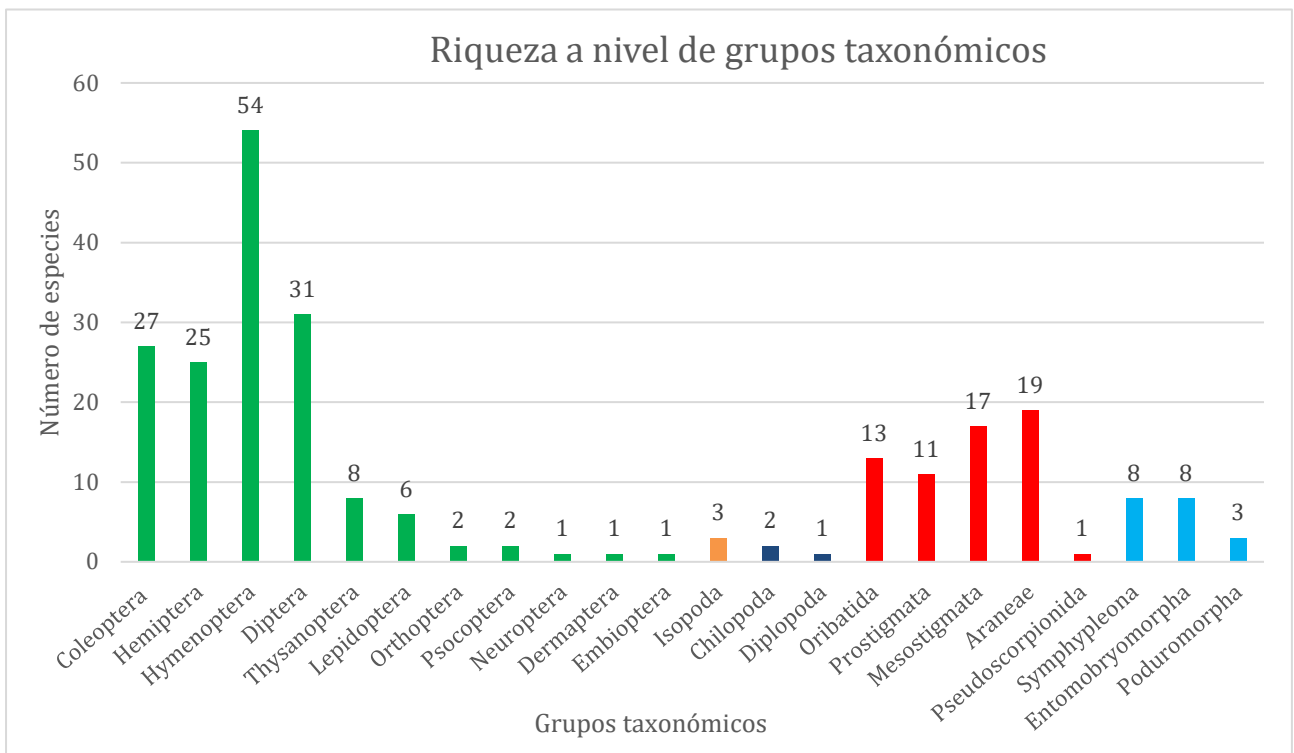


Figura 3 - Abundancia (A) y riqueza (B) a nivel de grupos taxonómicos de artrópodos en techos verdes de la provincia de Córdoba. La clase Insecta se representa en color verde, la clase Arácnida en rojo, los Colembolla en celeste, los Miriápoda en azul oscuro e Isopoda en mostaza.

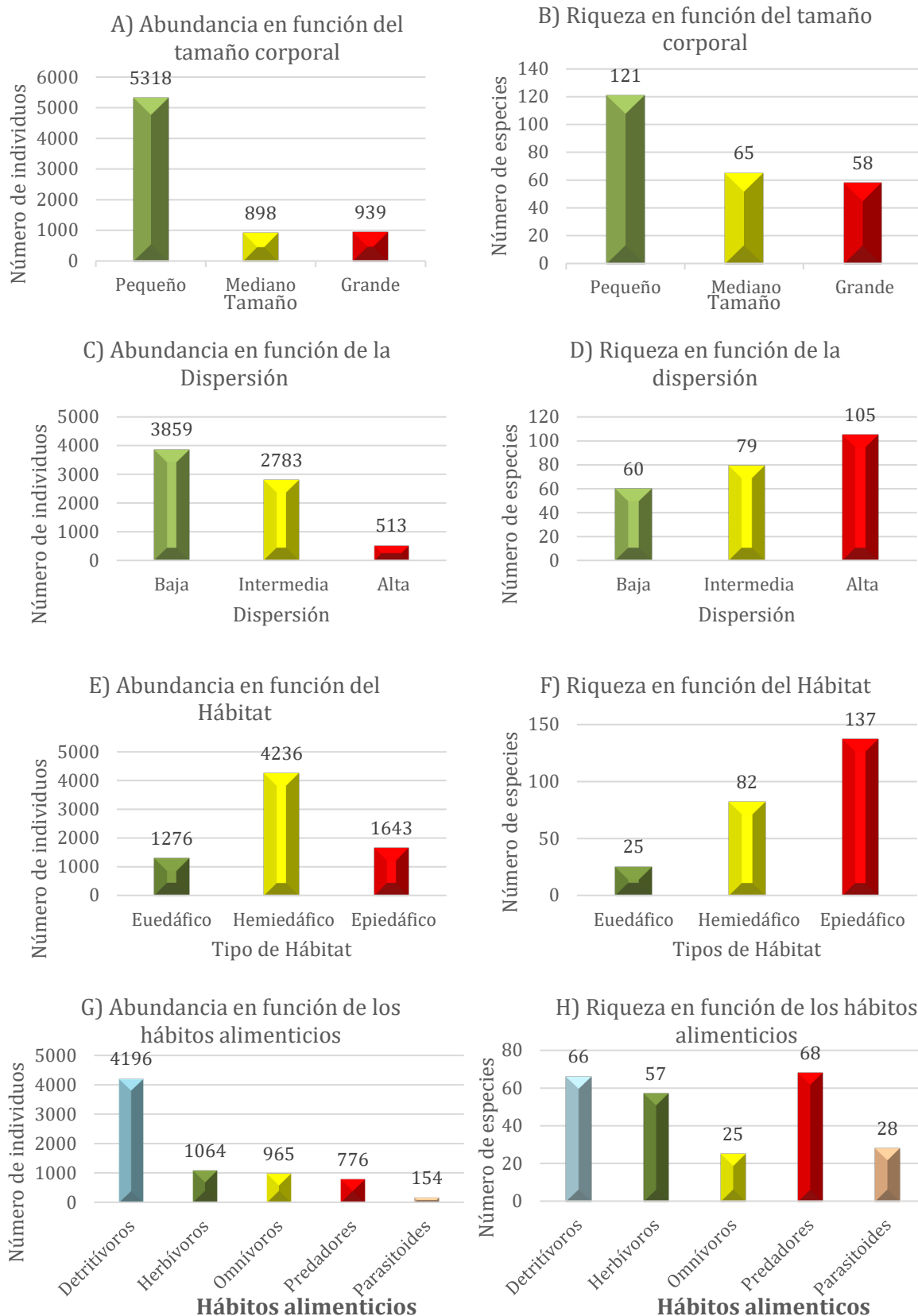


Figura 4. Abundancia y riqueza de artrópodos en función de los rasgos funcionales: tamaño corporal (A, B), dispersión (C, D), hábitat (E, F) y hábito alimenticio (G, H). Las columnas y los números muestran la abundancia (izquierda) y riqueza (derecha) para cada categoría.

Efectos de las características biofísicas de techos verdes sobre comunidades de artrópodos de suelo

Los análisis de las comunidades de artrópodos, tanto a nivel total (Tabla 1 para modelo promedio) como para los rasgos funcionales (Tablas A4-A7), revelaron que distintas variables afectaron a la abundancia y riqueza de artrópodos de suelo. Las tablas A8-A12 muestran las listas de modelos competitivos para cada variable respuesta y grupo de artrópodos, en las que se observa que en general fueron promediados varios modelos. A continuación, se detallan los efectos de las diferentes variables independientes en función de su relevancia para distintos grupos, poniéndose énfasis en las variables con efectos más fuertes. Hay que destacar que otras variables fueron incluidas en los modelos promedios (Tablas 1 y A4-A7), pero tuvieron menor influencia (el intervalo de confianza siempre incluyó el cero).

Tabla 1- Modelos promedio para la abundancia y riqueza total de artrópodos en techos verdes de Córdoba. Para cada variable independiente incluida en los modelos promedio se presenta el estimador, el error estándar, el valor de z y el valor de p.

Variable respuesta	Variable independiente	Estimador	Error estándar	Valor de Z	Valor de P
Abundancia total	Intercept	-0.896	1.822	-0.492	0.622
	Porcentaje de verde	2.645	0.931	2.839	0.004 **
	PCA1	-0.935	0.182	-5.139	2.76e-07 ***
	PCA2	-1.089	0.262	-4.159	3.19e-05 ***
Riqueza total	Riego	1.132	0.416	2.721	0.006 **
	Intercept	0.680	0.738	0.904	0.365
	PCA1	-0.332	0.095	3.415	0.0006 ***
	PCA2	-0.425	0.094	4.430	9.4e-06 ***
	Profundidad	1.781	0.535	3.252	0.001 **
	Área	0.134	0.209	0.635	0.525
	Edad	-0.098	0.202	0.484	0.628
	Altura	0.099	0.285	0.345	0.729

La profundidad del sustrato fue una de las variables más importantes, afectando siempre de manera positiva a la riqueza de artrópodos y, en algunos casos, a la abundancia. Puntualmente, techos con mayor profundidad de sustrato presentaron mayor riqueza total de artrópodos (Tabla 1; Fig. 5), con un aumento aproximado de 10 especies cuando el sustrato aumentó de 5 a 15 cm. A su vez en términos de riqueza de especies de los diferentes grupos funcionales, la profundidad de sustrato se relacionó positivamente con el número de especies de artrópodos pequeños y medianos (Tabla A4; Fig. 6 A y B), de artrópodos de movilidad baja e intermedia (Tabla A5; Fig. 7 A y B), de artrópodos

euedáficos y hemiedáficos (Tabla A6; Fig. 8) y de artrópodos detritívoros, parasitoides y omnívoros (Tabla A7; Fig. 9 A, B y C). En cuanto a la abundancia de artrópodos según los diferentes grupos funcionales, a mayor profundidad de sustrato se encontró mayor número de individuos de tamaño mediano (Tabla A4; Fig. 6B), movilidad intermedia (Tabla A5; Fig. 7B) y de hábitos omnívoros (Tabla A6, Fig. 9D).

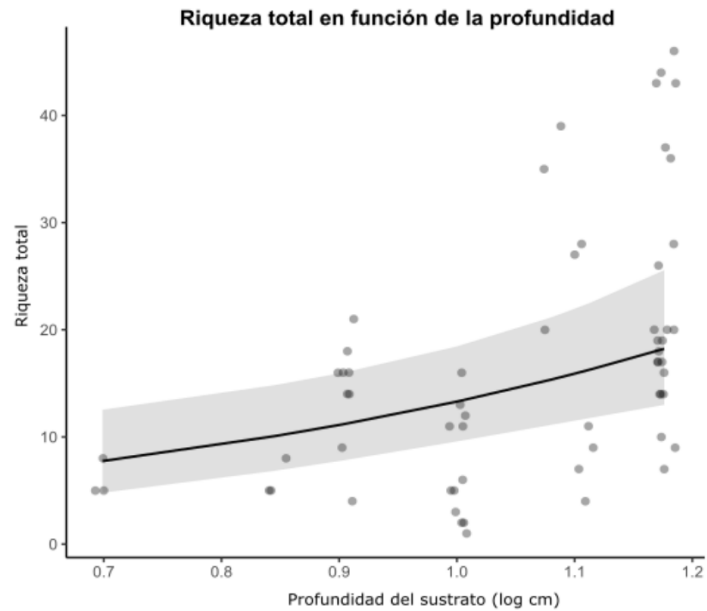


Figura 5. Riqueza total en función de la profundidad del sustrato en techos verdes de Córdoba. La línea negra representa el efecto estimado mediante el GLMM, las bandas grises representan los intervalos de confianza del 95% y los puntos a los datos crudos de cada trampa.

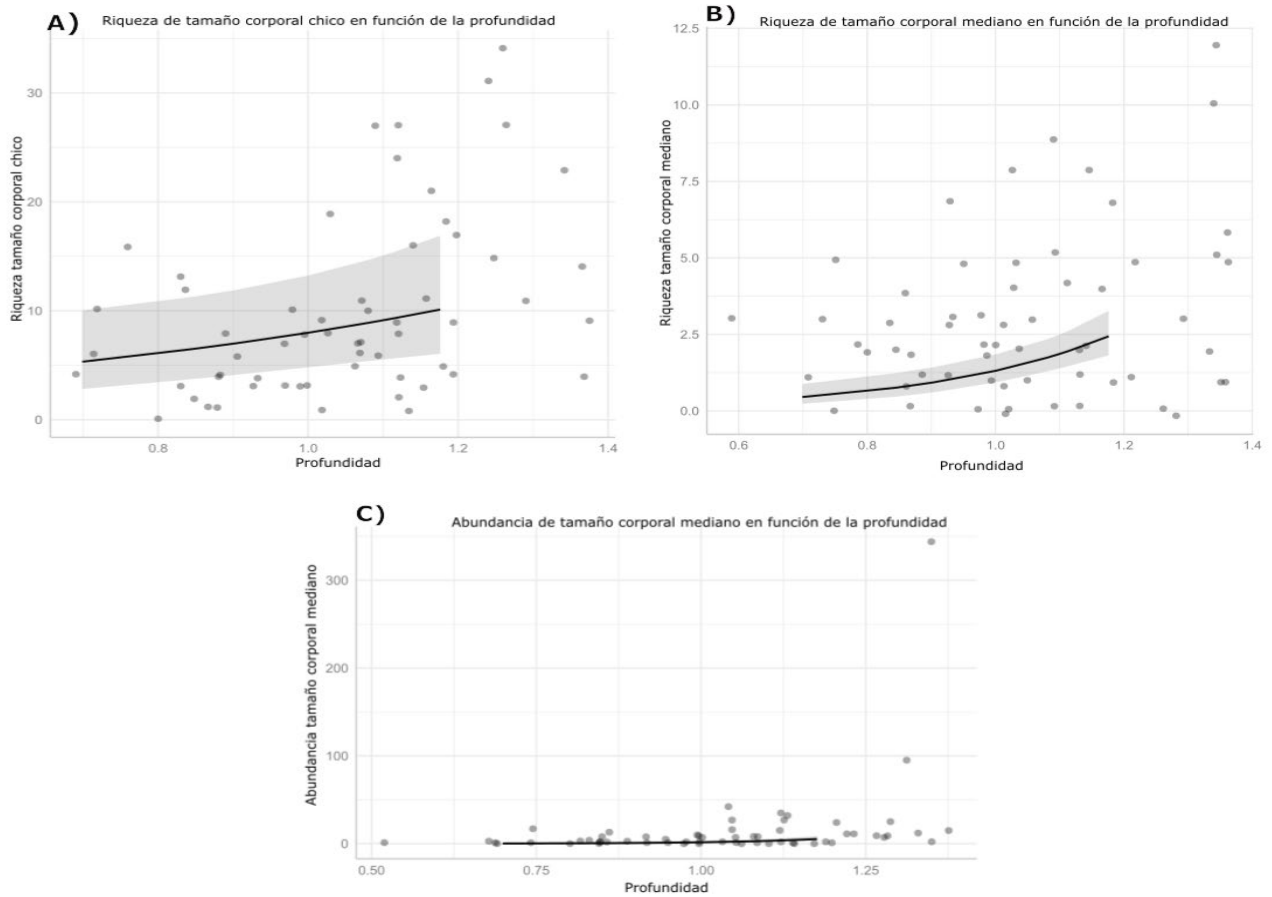


Figura 6. Riqueza de artrópodos pequeños (A) y medianos (B), y abundancia de artrópodos medianos (C) en función de la profundidad del sustrato en techos verdes de Córdoba. La línea negra representa el efecto estimado mediante el GLMM, las bandas grises representan los intervalos de confianza del 95% y los puntos a los datos crudos de cada trampa.

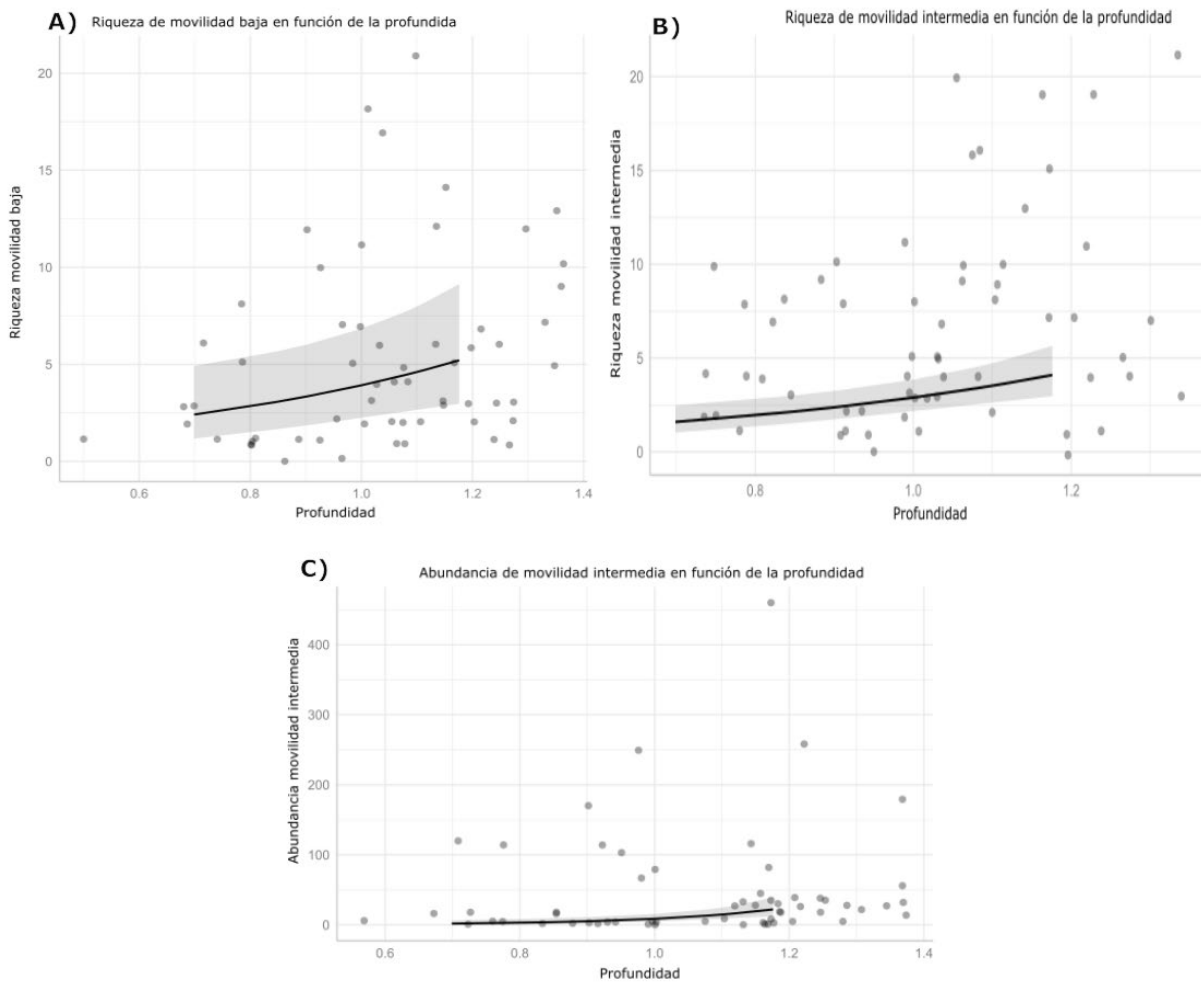


Figura 7. Riqueza de artrópodos de movilidad baja (A) e intermedia (B), y abundancia de artrópodos de movilidad intermedia (C) en función de la profundidad del sustrato en techos verdes de Córdoba. La línea negra representa el efecto estimado mediante el GLMM, las bandas grises representan los intervalos de confianza del 95% y los puntos a los datos crudos de cada trampa.

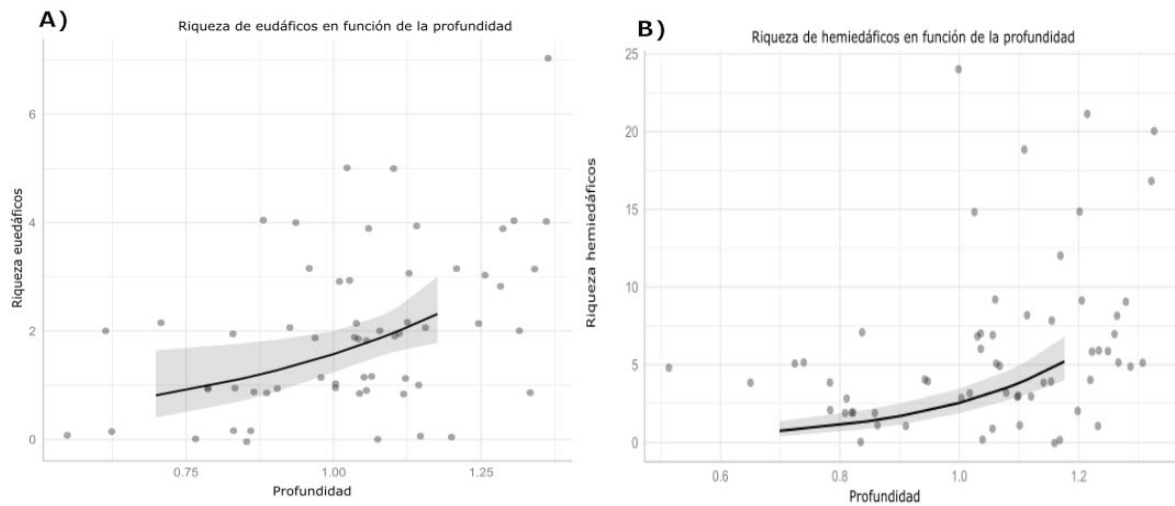


Figura 8. Riqueza de artrópodos eudéficos (A) y hemiedéficos (B), en función de la profundidad del sustrato en techos verdes de Córdoba. La línea negra representa el efecto estimado mediante el GLMM, las bandas grises representan los intervalos de confianza del 95% y los puntos a los datos crudos de cada trampa.

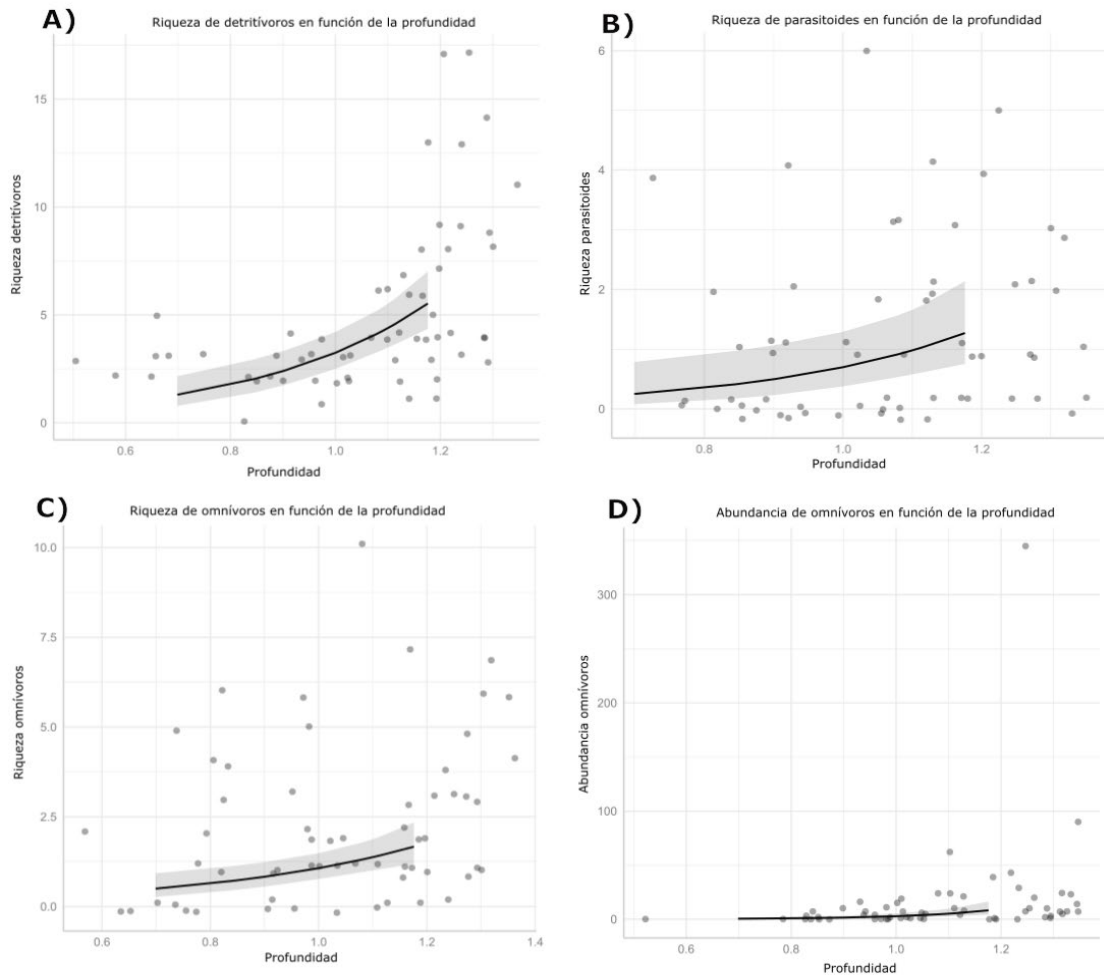


Figura 9. Riqueza de artrópodos detritívoros (A), parasitoides (B), y omnívoros (C), y abundancia de omnívoros (D) en función de la profundidad del sustrato en techos verdes de Córdoba. La línea negra representa el efecto estimado mediante el GLMM, las bandas grises representan los intervalos de confianza del 95% y los puntos a los datos crudos de cada trampa.

La composición vegetal (PCA de plantas) también fue una de las variables más importantes, relacionándose en la mayoría de los casos de manera negativa con la riqueza y abundancia de artrópodos. Tanto el eje 1 como el eje 2 del PCA, ambos indicadores de la composición vegetal en los techos, se relacionaron negativamente con la riqueza y abundancia total de artrópodos (Tabla 1; Fig. 10). El mismo patrón se observó para la riqueza de artrópodos pequeños, de herbívoros, de movilidad baja y euedáficos. En tanto que, en términos de abundancia por grupo funcional, la composición de plantas solo afectó negativamente la abundancia de artrópodos pequeños y herbívoros. En ciertos casos, sólo uno de los ejes indicadores de la composición vegetal (PC1 o PC2) influyó significativamente sobre la riqueza y/o abundancia de determinados grupos funcionales. Por ejemplo, PC1 se relacionó positivamente con la riqueza de parasitoides (Tabla A7), pero negativamente con la abundancia de artrópodos de movilidad intermedia (Tabla A5), euedáficos, hemiedáficos (Tabla A6), y detritívoros (Tabla A7). En tanto para el PC2 se observaron relaciones negativas con la riqueza de artrópodos medianos (Tabla A4), de movilidad intermedia (Tabla A5), detritívoros (Tabla A7), hemiedáficos y epiedáficos (Tabla A6). La misma relación se encontró entre PC2 y la abundancia de artrópodos medianos (Tabla A4), epiedáficos (Tabla A6), parasitoides y omnívoros (Tabla A7).

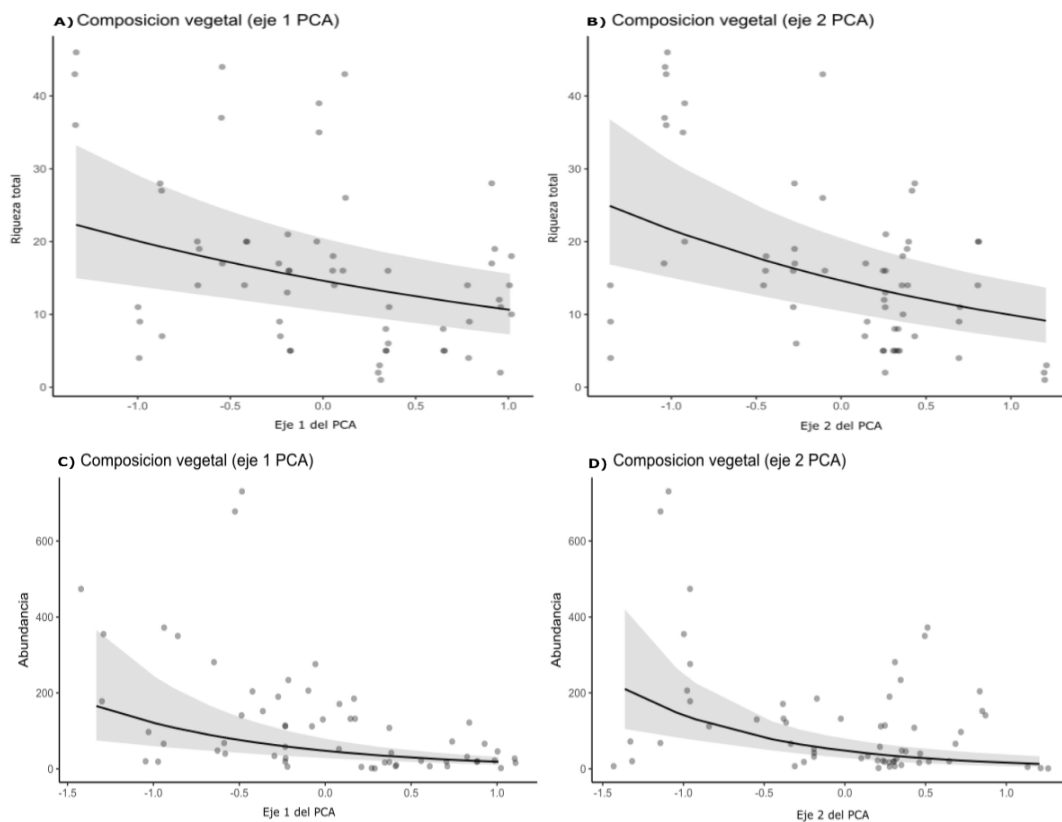


Figura 10. Riqueza y abundancia total en función de la composición vegetal en techos verdes de Córdoba. Las líneas negras representan los efectos estimados mediante los GLMMs, las bandas grises representan los intervalos de confianza del 95% y los puntos a los datos crudos de cada trampa.

En términos de manejo, los techos que presentaron riego tuvieron una mayor abundancia total de artrópodos (Tabla 1; Fig. 11), siendo la riqueza total no afectada. En cuanto a los grupos funcionales, los techos con riego tuvieron una mayor riqueza de artrópodos medianos (Tabla A4; Fig. 12A), de movilidad intermedia (Tabla A5; Fig. 12 B), hemiedáficos (Tabla A6; Fig. 12C) y omnívoros (Tabla A7; Fig. 12D). A su vez hubo mayor cantidad de artrópodos pequeños y medianos (Tabla A4; Fig. 13 Ay B), de aquellos con movilidad intermedia (Tabla A5; Fig. 13C) y omnívoros (Tabla A7; Fig. 13D) en techos con riego.

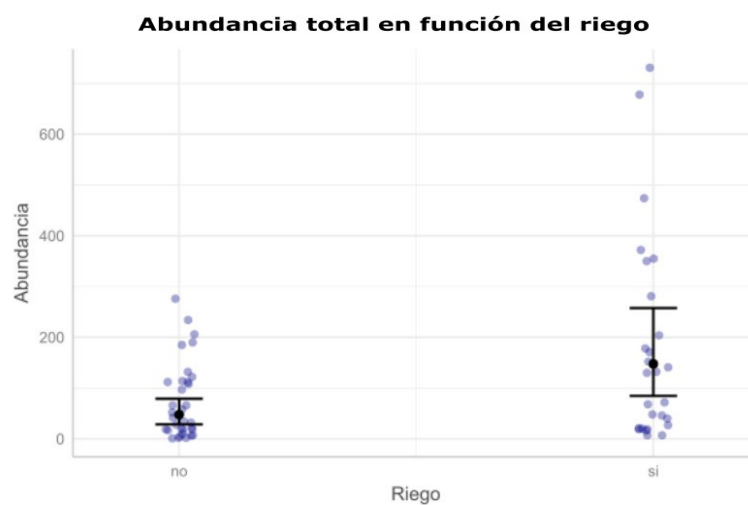


Figura 11. Abundancia total en función del riego en techos verdes de Córdoba. Los puntos azules representan a los datos crudos, los puntos negros a la media para techos con y sin riego y las barras a los intervalos de confianza del 95%.

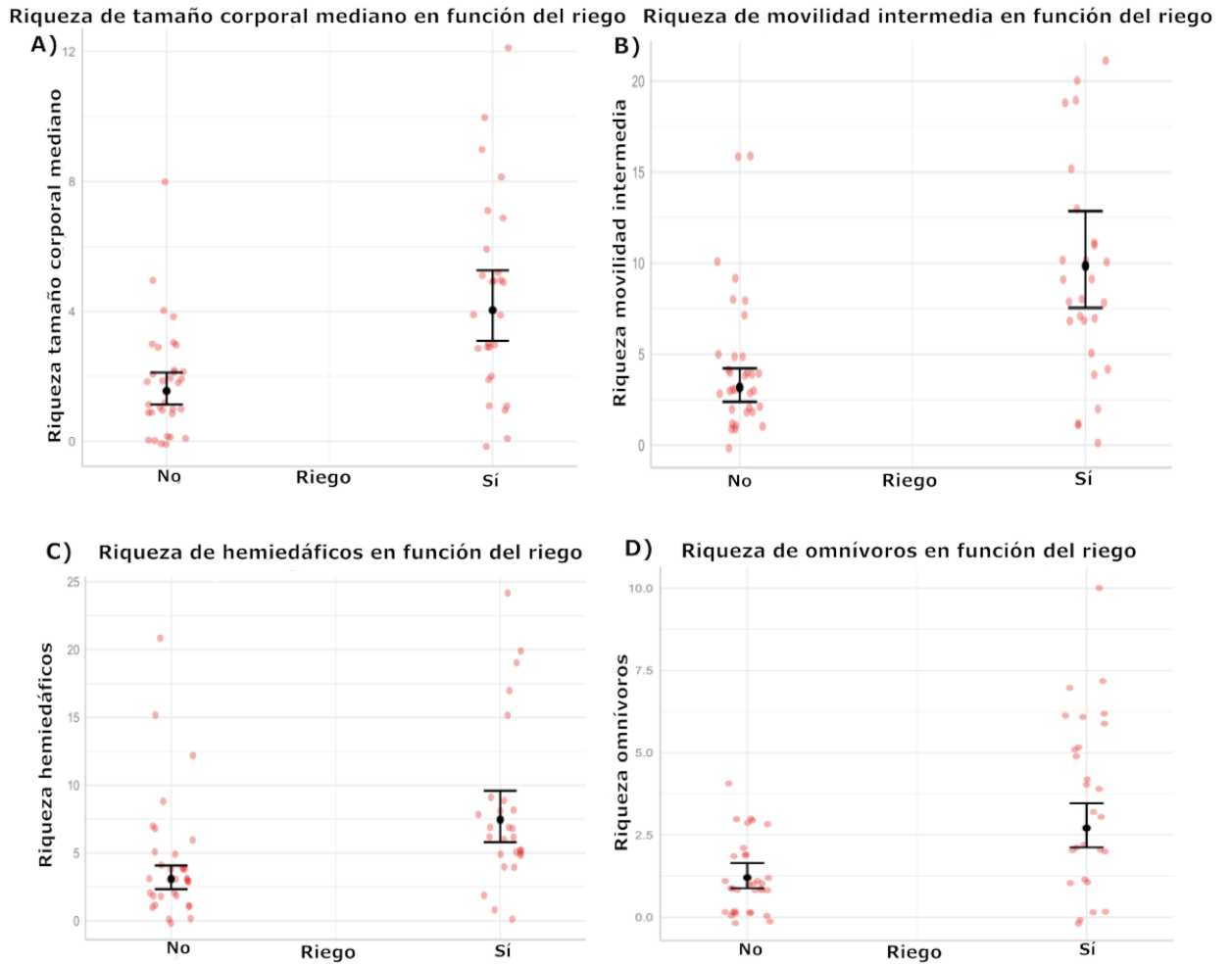


Figura 12. Riqueza de artrópodos medianos (A), de movilidad intermedia (B), hemiedáficos (C), y omnívoros (D) en función del riego en techos verdes de Córdoba. Los puntos rojos representan a los datos crudos, los puntos negros a la media para techos con y sin riego y las barras a los intervalos de confianza del 95%.

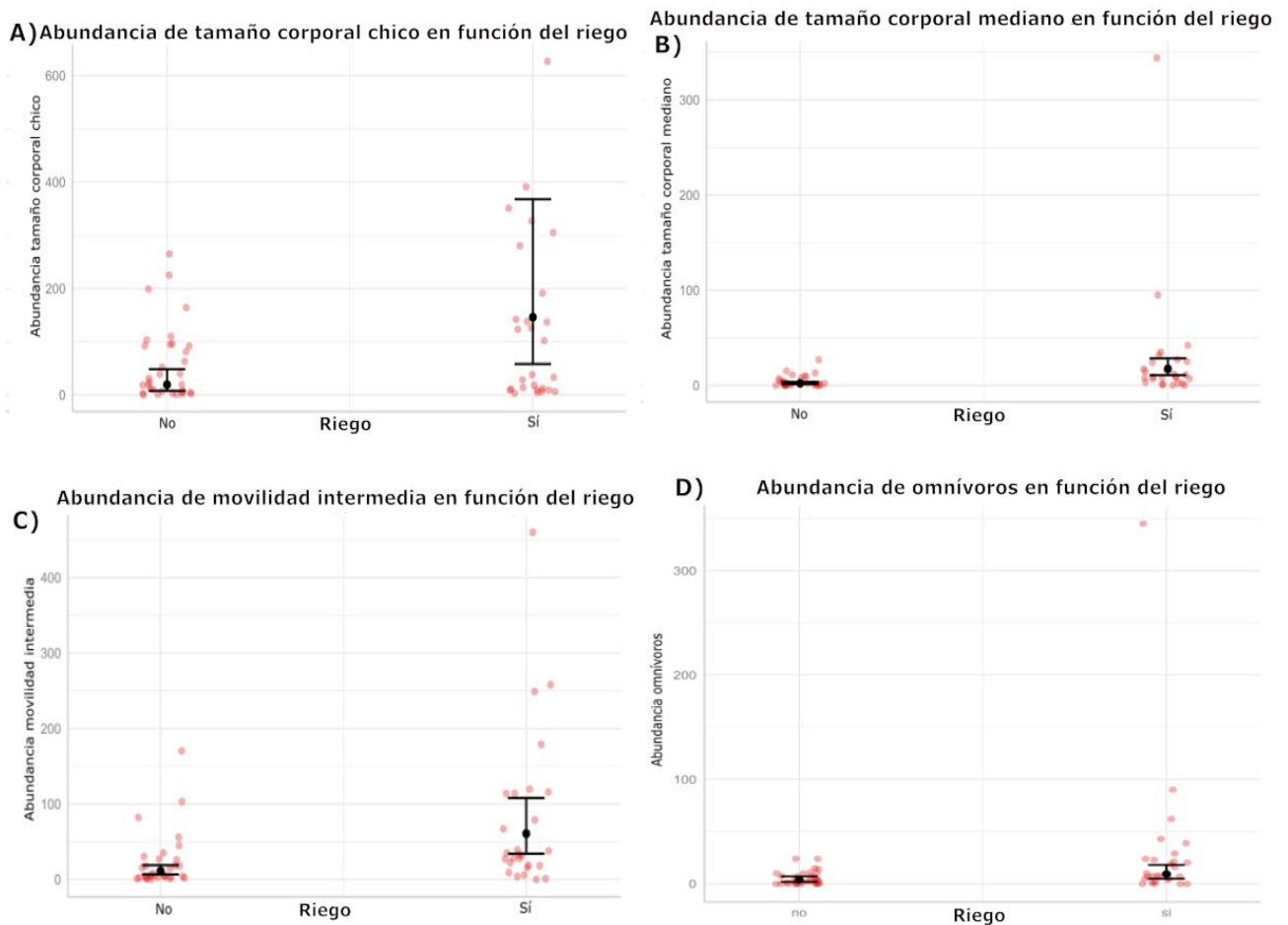


Figura 13. Abundancia de artrópodos pequeños (A), medianos (B), de movilidad intermedia (C), y omnívoros (D) en función del riego en techos verdes de Córdoba. Los puntos rojos representan a los datos crudos, los puntos negros a la media para techos con y sin riego y las barras a los intervalos de confianza del 95%.

En relación a la cobertura verde a nivel de paisaje, la misma afectó positivamente a la abundancia total de los artrópodos (Tabla 1; Fig. 14), como así también a la de artrópodos pequeños (Tabla A4; Fig.15A) y de hábitos parasitoides (Tabla A7; Fig. 15B). En cambio, para la riqueza, la cobertura verde a nivel del paisaje sólo afectó positivamente a la de artrópodos de movilidad intermedia (Tabla A5; Fig.15C).

Abundancia total en función del porcentaje verde en el paisaje

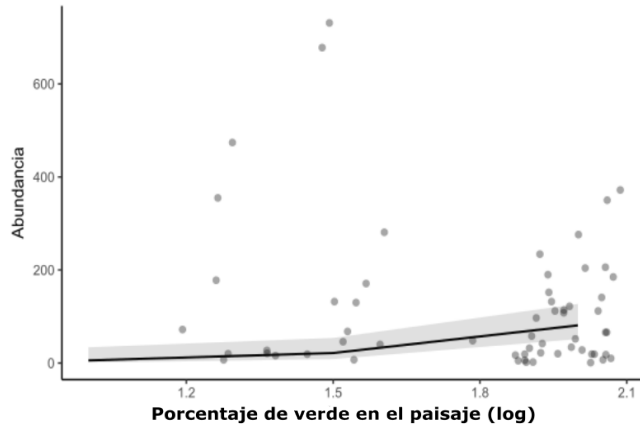
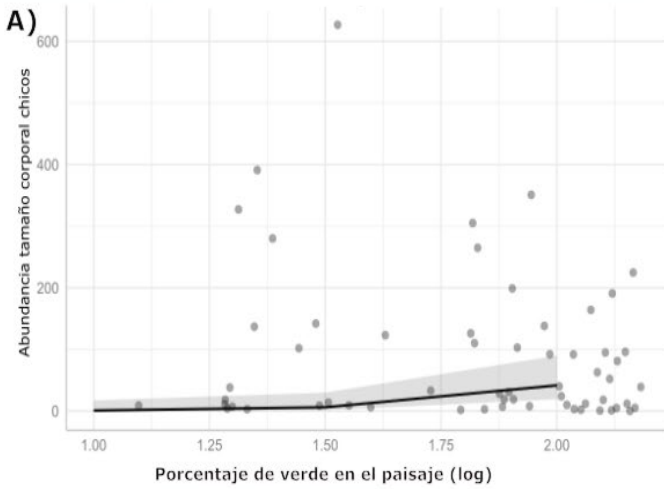
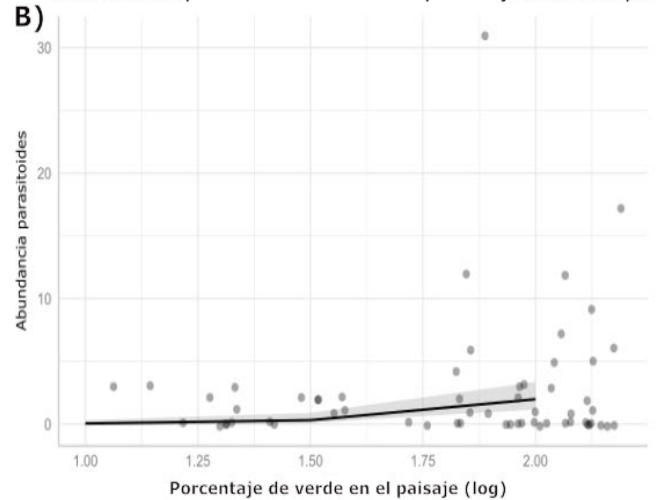


Figura 14. Abundancia total en función del porcentaje de verde en el paisaje en techos verdes de Córdoba. La línea negra representa el efecto estimado mediante el GLMM, las bandas grises representan los intervalos de confianza del 95% y los puntos a los datos crudos de cada trampa.

Abundancia de tamaño corporal chico en función del porcentaje verde en el paisaje



Abundancia de parasitoides en función del porcentaje verde en el paisaje



C)

Riqueza de movilidad intermedia en función del porcentaje verde en el paisaje

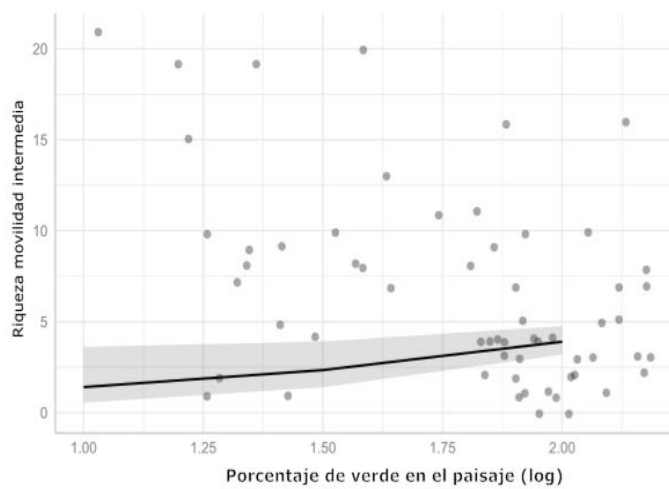


Figura 15. Abundancia de artrópodos pequeños (A), parasitoides (B), y riqueza de movilidad intermedia (C) en función del porcentaje de verde en el paisaje (log) en techos verdes de Córdoba. La línea negra representa el efecto estimado mediante el GLMM, las bandas grises representan los intervalos de confianza del 95% y los puntos a los datos crudos de cada trampa.

La riqueza de plantas afectó negativamente a la abundancia de los artrópodos medianos (Tabla A4; Fig. 16A), la abundancia de artrópodos de movilidad intermedia (Tabla A5; Fig. 16B) y la riqueza de artrópodos hemiedáficos (Tabla A6; Fig. 16C). Contrariamente, la riqueza de plantas afectó positivamente sólo a la abundancia de parasitoides (Tabla A7; Fig. 17).

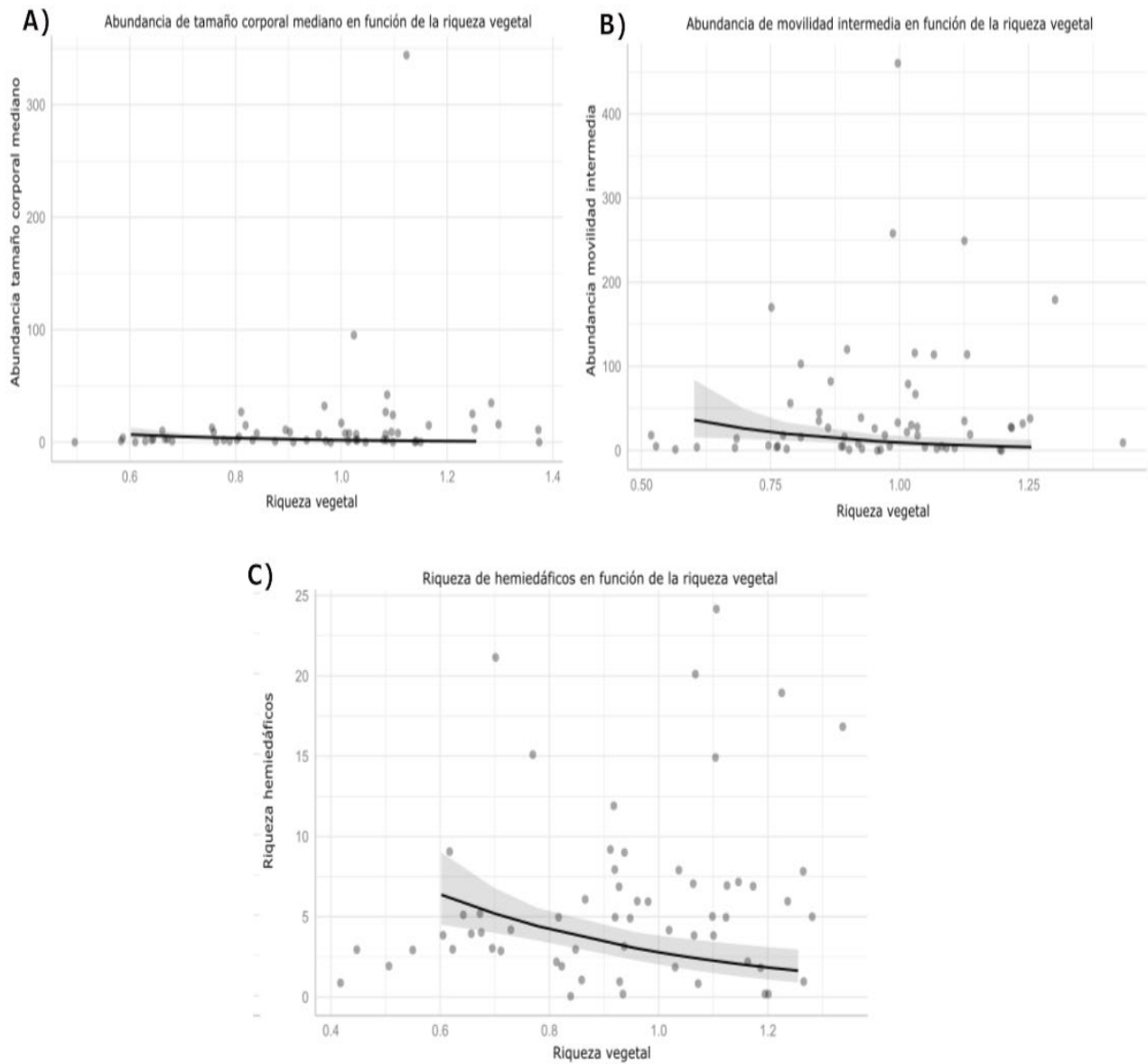


Figura 16. Abundancia de artrópodos pequeños (A), de movilidad intermedia (B), y riqueza de hemiedáficos (C) en función del porcentaje de verde en el paisaje (log) en techos verdes de Córdoba. La línea negra representa el efecto estimado mediante el GLMM, las bandas grises representan los intervalos de confianza del 95% y los puntos a los datos crudos de cada trampa.

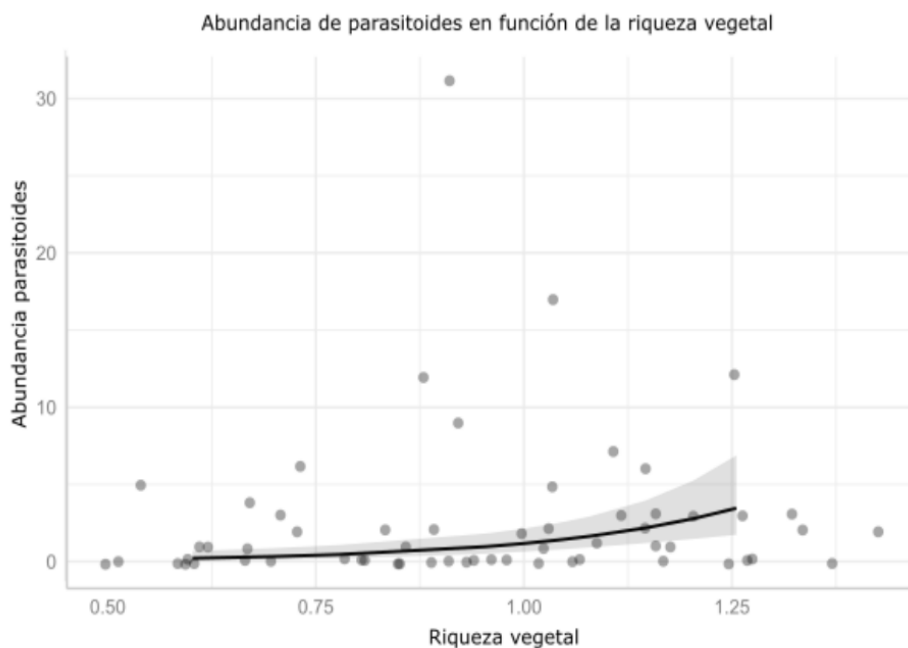


Figura 17. Abundancia de parasitoides en función de la riqueza vegetal en techos verdes de Córdoba. La línea negra representa el efecto estimado mediante el GLMM, las bandas grises representan los intervalos de confianza del 95% y los puntos a los datos crudos de cada trampa.

El tipo de sustrato utilizado en los techos tuvo un efecto significativo en la riqueza de artrópodos detritívoros (Fig. 18) y parasitoides (Fig. 19A), y sobre la abundancia de parasitoides (Tabla A7; Fig. 19B). La riqueza de detritívoros fue menor en techos con tierra negra y vermiculita, intermedia en techos con tierra negra, y mayor en techos con fibras vegetales y con tierra negra y arena (Fig. 18). La riqueza y abundancia de parasitoides fue menor en techos con tierra negra y vermiculita y tierra negra, intermedia en techos con fibras vegetales y mayor en aquellos con tierra negra y arena (Fig. 19).

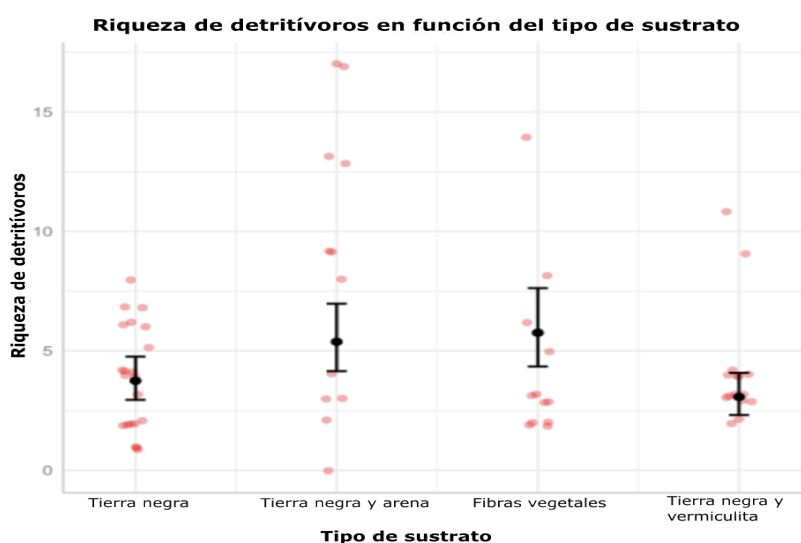


Figura 18. Riqueza de detritívoros en función del tipo de sustrato en techos verdes de Córdoba. Los puntos rojos representan a los datos crudos, los puntos negros a la media para cada tipo de sustrato y las barras a los intervalos de confianza del 95%.

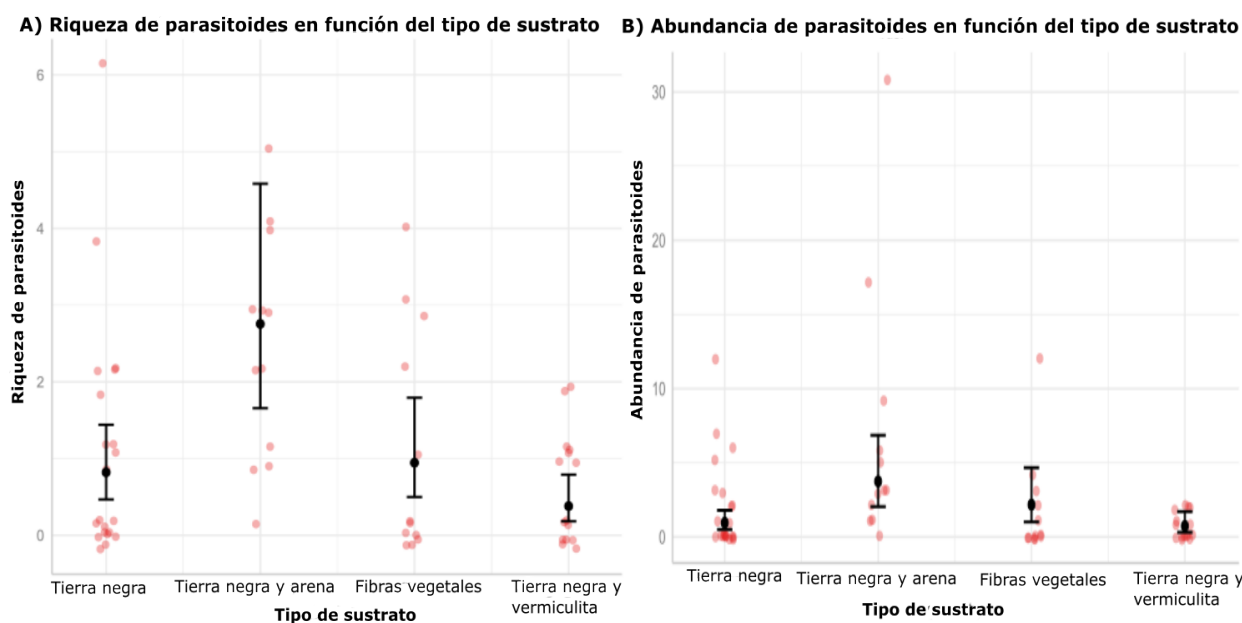


Figura 19. Riqueza (A) y abundancia (B) de parasitoides en función del sustrato en techos verdes de Córdoba. Los puntos rojos representan a los datos crudos, los puntos negros a la media para cada tipo de sustrato y las barras a los intervalos de confianza del 95%.

Por otra parte, la edad, la altura y el área de los techos no afectaron significativamente a la riqueza y a la abundancia total y de ningún grupo, aunque estuvieron presentes en algunos de los modelos competitivos (Tablas 1 y A2-A5). La tabla 2 muestra gráficamente las tendencias encontradas para cada variable respuesta, resumiendo las respuestas negativas y positivas a las variables independientes estudiadas.

Tabla 2 – Resumen de las respuestas de las comunidades de artrópodos de suelo a las variables biofísicas de los techos verdes. Para la riqueza y abundancia total y de las distintas categorías de rasgos funcionales, el color verde indica respuestas positivas a las variables independientes, mientras que el rojo indica respuestas negativas. Sólo se muestran aquellas relaciones cuyo intervalo de confianza no incluyó el cero en los modelos promedios.

Variable	Carácter	Grupo	Área	Porcentaje de verde	Altura	Profundidad	Edad	Riqueza de plantas	Riego	Sustrato	PCA1	PCA2	
Riqueza	Total	-				■					■	■	
	Tamaño	Chico				■						■	■
		Mediano					■			■			■
		Grande											
	Movilidad	Baja					■					■	■
		Intermedia		■			■			■			■
		Alta											
	Hábitat	Euedáficos					■					■	■
		Hemiedáficos					■		■	■			■
		Epiédáficos											■
	Gremio trófico	Detritívoros					■				■		■
		Herbívoros										■	■
		Predadores											
		Parasitoides					■				■	■	
		Omnívoros					■			■			
	Abundancia	Total	-		■					■		■	■
Tamaño		Chico		■					■	■		■	■
		Mediano					■		■	■			■
		Grande											
Movilidad		Baja										■	
		Intermedia					■		■	■		■	
		Alta											
Hábitat		Euedáficos										■	
		Hemiedáficos										■	
		Epiédáficos											■
Gremio trófico		Detritívoros										■	
		Herbívoros										■	■
		Predadores											
		Parasitoides		■					■		■		■
		Omnívoros					■			■			■

DISCUSION

Los techos verdes pueden fomentar la biodiversidad urbana al proporcionar hábitats adecuados para diferentes especies, y al mismo tiempo aumentar la disponibilidad y conectividad de espacios verdes en las ciudades (Wang et al., 2022). Sin embargo, aún son necesarios más estudios en este tipo de infraestructuras verdes que incluyan diferentes tipos de organismos, tal es el caso de la fauna del suelo (Coulibaly et al., 2023). Si bien hay trabajos previos en el tema, los mismos se centran en grupos particulares (Jacobs et al., 2022; Kyrö et al., 2020), y no contienen un enfoque multi-taxonómico que considere, al mismo tiempo, diferentes rasgos funcionales de las especies. En este estudio se evaluó cómo responden las comunidades de artrópodos de suelo, tanto a nivel taxonómico como funcional, a diferentes características biofísicas de techos verdes localizados en contextos urbanos y semi-rurales. Los resultados obtenidos apoyan parcialmente a las hipótesis planteadas, siendo la profundidad del sustrato, la composición de especies vegetales y el riego las variables que más afectaron a la abundancia y riqueza de especies a nivel general y de varios grupos funcionales en particular.

La comunidad de artrópodos de suelo colectada en los techos verdes del centro de Córdoba se compuso de grupos muy diversos, encontrándose un total 244 morfoespecies y más de 7000 individuos. A nivel de riqueza, los insectos fueron el grupo más diverso, lo cual destaca la importancia del grupo para las comunidades de suelo ya que participan de diferentes procesos ecológicos (Noriega et al., 2018). En relación a la riqueza de grupos funcionales, los más diversos fueron aquellos de tamaño pequeño, de alta dispersión, epiedáficos y predadores y detritívoros. Estos resultados sugieren que los techos verdes evaluados tienen la capacidad de ofrecer hábitat a especies con diferentes requerimientos. En términos de abundancia, el grupo más destacado fueron los colémbolos, un componente clave de la mesofauna edáfica que lleva a cabo múltiples funciones como el ciclado de nutrientes, la aireación del suelo, la dispersión de microorganismos descomponedores y simbioses como las micorrizas (Potapov et al., 2020). Varias de las tendencias detectadas para la abundancia de grupos funcionales estuvieron marcadas por este grupo, ya que artrópodos descomponedores, de tamaño pequeño,

hemiedáficos y de baja dispersión fueron los más abundantes en concordancia con las características que presentan la mayoría de los colémbolos.

De acuerdo a lo esperado, la riqueza total de especies de artrópodos, así como la de varios grupos, incluidos los euedáficos y hemiedáficos, aumentó con la profundidad de sustrato de los techos. Es importante destacar que esta variable, en general, no ha sido considerada en estudios de diversidad de la fauna del suelo de techos verdes que incluyen grupos como los colémbolos (e.g., Schrader & Böning, 2006; Rumble & Gange, 2013; Jacobs et al., 2022). Sin embargo, otros estudios sobre artrópodos en general (Ksiazek-Mikenas, et al., 2018; Kyro et al., 2020), coleópteros (Kyro et al., 2018) y abejas (Kratschmer et al., 2018) han encontrado efectos variables de la profundidad de sustrato sobre la riqueza de especies, dependiendo del grupo bajo estudio. Uno de los mecanismos por los que la riqueza de especies de artrópodos puede aumentar con la profundidad del sustrato es a través de incrementos en la riqueza de plantas vasculares en sustratos profundos (Wang et al. 2022). A medida que aumenta el número de especies de plantas, la riqueza de especies animales también puede aumentar debido a una mayor heterogeneidad y calidad del hábitat, tal como se ha observado para artrópodos en canchales con plantas en edificios (Muller et al. 2014). Sin embargo, esta hipótesis no aplicaría al presente estudio ya que, si bien se encontró previamente para los mismos sitios una relación positiva entre riqueza de plantas y profundidad de los techos (Fabián et al., 2021), la riqueza de plantas aquí tuvo efectos limitados sobre los artrópodos (ver Resultados). Entonces, es probable que una mayor profundidad de sustrato conlleve a un aumento de la complejidad del hábitat, dado por una mayor cantidad de nichos ecológicos disponibles a nivel del sustrato (Byrne, 2007). Alternativamente, los sustratos más profundos se deshidratan más lentamente que los de poca profundidad (Brown et al., 2015), lo que podría disminuir el estrés hídrico y permitir que más especies se establezcan. Para la abundancia total, en cambio, no se detectaron los cambios predichos en relación a la profundidad del sustrato, pero sí los hubo para la abundancia de algunos grupos funcionales en particular, como la de artrópodos de tamaño medio, de movilidad intermedia y

omnívoro. Esto difiere con la predicción 2, ya que se esperaba una mayor sensibilidad en grupos de hábitos subterráneos, de menor tamaño y movilidad reducida. Sin embargo, los grupos beneficiados por la profundidad estuvieron representados en gran medida por hormigas. Es probable que dichas especies aniden bajo tierra, tal como se observó en otro estudio de techos verdes de Finlandia, donde la abundancia de ciertas especies de hormigas aumentó con la profundidad de sustrato y la cantidad de materia vegetal seca (Kyrö et al., 2020).

En cuanto a la composición de especies de plantas, la misma resultó muy importante para los artrópodos, ya que ambos ejes del PCA afectaron tanto a la riqueza como la abundancia total de artrópodos, y de varios grupos funcionales, incluyendo herbívoros y parasitoides, lo que coincide con las predicciones planteadas. Cambios en la composición de especies pueden traducirse en diferencias en la complejidad estructural de la vegetación, la cual puede afectar a los artrópodos que habitan techos verdes (Madre et al., 2013). En cuanto a los grupos funcionales, tanto la riqueza como la abundancia de los herbívoros se relacionaron negativamente con los ejes del PCA. Al analizar las especies vegetales con asociaciones negativas más fuertes con estos ejes, se destaca la presencia de ciertas especies como *Bidens pilosa* e *Ipomoea purpurea*, las cuales hospedan numerosas especies de herbívoros (Cordo et al., 2004). Por otra parte, la riqueza de parasitoides fue la única variable que se relacionó positivamente con el eje 1 del PCA, lo cual podría ser explicado por la presencia de plantas que suelen ser hospedadoras de minadores de hojas (ej., *C. erecta*, *Portulaca oleracea*, Cordo et al., 2004), los cuáles son frecuentemente atacados por parasitoides (Salvo et al., 2011).

La presencia del riego en los techos estudiados tuvo efectos positivos sobre la abundancia total de artrópodos y la abundancia y riqueza de ciertos grupos funcionales. Aunque no existen estudios previos que evalúen cómo el riego afecta a artrópodos en techos verdes, el aumento de la abundancia coincide con lo predicho y con lo observado en otros sistemas, en los que mayores niveles de humedad se relacionaron a aumentos en la abundancia de artrópodos (Levings & Windsor, 1984; Prather et al. 2020). La riqueza total, en cambio, no se vio afectada por la presencia de riego lo que indicaría que

techos extensivos sin riego podrían ser efectivos para fomentar la conservación de artrópodos. Un estudio reciente realizado en techos verdes experimentales en Córdoba encontró que especies de plantas nativas tuvieron más éxito en techos sin riego (Calviño et al., 2023), lo que refuerza esta idea de techos extensivos que contribuyen a la biodiversidad urbana sin necesidad de manejo. Por otra parte, respecto a los grupos funcionales, la riqueza de hemiedáficos y la abundancia de artrópodos de tamaño pequeño aumentaron en techos con riego, coincidiendo con la segunda predicción. Artrópodos de la hojarasca han sido beneficiados por el riego en otros sistemas (Levings & Windsor, 1984), mientras que aquellos con tamaño corporal pequeño son particularmente sensibles a la desecación (Dias et al., 2013).

El porcentaje de verde en el paisaje afectó positivamente a la abundancia total de artrópodos y, de acuerdo con lo esperado, a la abundancia de artrópodos chicos y parasitoides. En cambio, para la riqueza, sólo se vieron afectados positivamente los artrópodos de movilidad intermedia, por lo que no se cumplió lo predicho. El aumento de la abundancia total en paisajes con mayor porcentaje de verde coincide con estudios previos en los que se observó que techos menos aislados a nivel horizontal favorecen la riqueza y abundancia de artrópodos (Braaker et al., 2017; Sanchez Dominguez et al., 2020; Fabián et al., 2021). Los parasitoides muestreados con trampas amarillas de agua en los mismos techos utilizados en este estudio respondieron de la misma forma al porcentaje de verde en el paisaje (Fabián et al., 2021), lo que confirma la importancia de esta variable para este gremio trófico. Por otra parte, el aislamiento vertical en techos verdes es un factor que en general se relaciona con disminuciones de la riqueza y abundancia de artrópodos (revisado por Coulibaly 2023). Contrariamente a lo esperado, la altura no afectó a ninguno de los grupos estudiados. Probablemente esto pueda estar dado por la forma de colonización de estos grupos de poca movilidad (e.g., colémbolos y ácaros), ya que en muchos casos llegan a los techos junto con el sustrato (Joimel et al., 2018).

En cuanto a la riqueza vegetal, la misma no afectó la riqueza y abundancia total de artrópodos, a diferencia de lo predicho y lo reportado en estudios previos, en donde la riqueza de especies de

plantas sobre techos se relacionó positivamente con la riqueza y abundancia de artrópodos (Braaker et al. 2017; Kyro et al., 2020). Sin embargo, nuestros resultados coinciden con otro estudio enfocado en artrópodos de suelo (Rumble & Gange, 2013), lo que sugiere que este grupo en particular no se beneficiaría tanto a mayor riqueza vegetal. Puntualmente, la riqueza de plantas afectó positivamente sólo a la abundancia de parasitoides, coincidiendo con Fabián et al. (2021), lo que puede estar dándose por una mayor disponibilidad de refugios u otros recursos alimenticios, tanto herbívoros no capturados como flores. Por otra parte, sorpresivamente la riqueza de plantas afectó negativamente a la abundancia de los artrópodos medianos y de movilidad intermedia y a la riqueza de artrópodos hemiedáficos. Esto podría reflejar respuestas a otras variables, como la composición de plantas o la estructura de la vegetación, que podrían beneficiar a estos grupos en techos con pocas especies vegetales.

El tipo de sustrato tuvo efectos sólo a nivel de grupos con ciertos hábitos alimenticios, afectando significativamente a la riqueza de artrópodos detritívoros y parasitoides, y a la abundancia de parasitoides. Los resultados apoyan parcialmente a la segunda predicción ya que se esperaba que los detritívoros sean afectados por esta variable al utilizar recursos en el sustrato. En cuanto a la riqueza de detritívoros, se vio beneficiada en sustratos con fibras vegetales, ya que estos presentan materia en descomposición y los detritívoros participan principalmente en el fraccionamiento de fragmentos de fibras y hojarasca (Gessner et al., 2010). Sin embargo, no fueron beneficiados en sustratos con tierra negra, lo que no coincide con estudios previos que han resaltado el rol de la materia orgánica sobre aumentos en la biodiversidad de artrópodos urbanos (Bray & Wickings, 2019). Además, tanto la riqueza de detritívoros y la riqueza y abundancia de parasitoides aumentaron en sustratos de tierra con arena, lo que podría deberse a que es un sustrato liviano y de mayor porosidad, lo que provee una mayor oxigenación y una facilitación del movimiento en el sustrato. Si bien no existen estudios en techos verdes al respecto, la compactación del suelo afecta negativamente a la abundancia y riqueza de artrópodos de suelo (van Klink et al., 2015), lo que sugiere que la misma sensibilidad podría encontrarse en las comunidades de los techos.

Contrariamente a lo esperado (revisado por Wang et al., 2022), la edad y el área de los techos no afectaron significativamente a la riqueza y abundancia de artrópodos. Es probable que los artrópodos de suelo, al desarrollarse en hábitats pequeños, sean menos sensibles al área que otros grupos (Moreno et al., 2013; Knap & Řezáč, 2015). Con respecto a la edad de los techos, también podría ser un factor de menor importancia para las comunidades de suelo, ya que muchas especies son traídas con el sustrato y este recibe renovaciones periódicas (Joimel et al, 2018).

Si bien el presente estudio cuenta con ciertas limitaciones, ya que se trabajó a nivel de morfoespecies y se realizó un único muestreo en una sola temporada del año, el valor de los datos recabados no es menor. Uno de los aspectos a destacar es que este trabajo representa el primer estudio en Latinoamérica enfocado en las comunidades de artrópodos de suelo en techos verdes, con un enfoque taxonómico y funcional. Se une así a otros estudios realizados por este grupo de investigación en techos vivos sobre insectos voladores (Sánchez Domínguez et al., 2020; Fabián et al., 2021;) y sobre los efectos de el origen de la vegetación sobre la biodiversidad de insectos (Calviño et al., 2023; Fenoglio et al., 2023). Las evidencias aportadas en términos ecológicos son necesarias para estos sistemas en países de la región, dado que la mayoría de estudios previos provienen de Estados Unidos y Europa (Blank et al., 2013; Coulibaly et al., 2023). Otros aspectos novedosos de este estudio son el enfoque multi-taxonómico empleado y la incorporación de varios rasgos funcionales de los artrópodos, incluyendo su movilidad, tamaño, hábitat, y gremio trófico. Incorporar estos rasgos puede ayudar a comprender qué grupos son más susceptibles a ciertas variables y, por lo tanto, los mecanismos que los afectan y su relación con ciertos procesos ecosistémicos (Díaz et al., 2003; Gagic et al., 2015). Por lo tanto, a futuro sería interesante estudiar procesos ecosistémicos como la tasa de descomposición para comprender la importancia funcional de los artrópodos en estos sistemas.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio muestran que los techos verdes pueden hospedar numerosas especies de artrópodos con diferentes rasgos funcionales que habitan el suelo. Una revisión reciente concluye que en las guías de construcción de techos verdes deberían integrarse a las comunidades de suelo en su diseño, y apuntar a ser heterogéneas a nivel del techo y del paisaje (Coulibaly et al., 2023). En este sentido, nuestro estudio es relevante porque brinda información útil para la creación de techos biodiversos. Para promover la biodiversidad de artrópodos de suelo, sería ideal considerar la profundidad del sustrato como una de las variables más importantes, así como la composición vegetal, y el tipo de sustrato. Así mismo, es destacable que techos con poco mantenimiento, sin riego, puedan sostener comunidades diversas, incluyendo especies de rasgos funcionales muy variados. Considerando que el suelo alberga la mayor biodiversidad del planeta (Anthony et al., 2023), sería importante darles mayor protagonismo a los artrópodos de suelo en estudios de biodiversidad de techos verdes, aun cuando los suelos de estas estructuras presentan un origen y dinámica diferentes a hábitats naturales (Holt, 2015).

BIBLIOGRAFÍA (según formato de *Landscape and Urban Planning*)

- Albrecht, M., Schmid, B., Obrist, M. K., Schüpbach, B., Kleijn, D., & Duelli, P. (2010). Effects of ecological compensation meadows on arthropod diversity in adjacent intensively managed grassland. *Biological Conservation*, 143(3), 642-649.
- Anthony, M. A., Bender, S. F., & van der Heijden, M. G. (2023). Enumerating soil biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(33), e2304663120.
- Aronson M. F., Nilon C. H., Lepczyk C. A., Parker T. S., Warren P. S., Cilliers S. S., Goddard M. A., Hahs A. K., Herzog C., Katti M., La Sorte F. A., Williams N. S., & Zipperer W. (2016). Hierarchical filters determine community assembly of urban species pools. *Ecology*, 97, 2952-2963. doi: 10.1002/ecy.1535.
- Aronson, M., Lepczyk, C., Evans, K., Goddard, M., Lerman, S., MacIvor, J. S., Nilon, C., & Vargo, T. (2017). Biodiversity in the city: key challenges for urban green space management. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15. doi: 10.1002/fee.1480.
- Bartoń, K. (2009) MuMIn: multi-model inference. R package, version 0.12.2. URL: <http://CRAN.R-project.org/>.
- Bates, D., Maechler, M., Bolker, B., Walker, S., Christensen, R. H. B., Singmann, H., ... & Green, P. (2009). Package 'lme4'. URL: <http://lme4.r-forge.r-project.org>.
- Beninde, J., Veith, M., & Hochkirch, A. (2015). Biodiversity in cities needs space: a metaanalysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecology Letters*, 18, 581–592. doi: 10.1111/ele.12427.
- Berthon, K., Nipperess, D., Davies, P., & Bulbert, M. (2015). Confirmed at last: green roofs add invertebrate diversity. *State of Australian Cities Conference*. URL: <http://soacconference.com.au/wp-content/uploads/2016/02/Berthon.pdf>
- Blank, L., Vasl, A., Levy, S., Grant, G., Kadas, G., Dafni, A., & Blaustein, L. (2013). Directions in green roof research: A bibliometric study. *Building and Environment*, 66, 23–28. doi: 10.1016/j.buildenv.2013.04.017.
- Blank, L., Vasl, A., Schindler, B.Y., Kadas, G.J., & Blaustein, L. (2017). Horizontal and vertical island biogeography of arthropods on green roofs: a review. *Urban Ecosystems*, 20, 1–7. doi:10.1007/s11252-016-0639-9.
- Blaustein, L., Kadas, G. J., & Gurevitch, J. (2016). Integrating ecology into green roof research. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, 62, 1-6. doi: 10.1080/15659801.2016.1208943.
- Bokhorst, S., Phoenix, G. K., Bjerke, J. W., Callaghan, T. V., Huyer-Brugman, F., & Berg, M. P. (2012). Extreme winter warming events more negatively impact small rather than large soil fauna:

- shift in community composition explained by traits not taxa. *Global Change Biology*, 18(3), 1152-1162.
- Braaker, S., Obrist, M. K., Ghazoul, J., & Moretti, M. (2017). Habitat connectivity and local conditions shape taxonomic and functional diversity of arthropods on green roofs. *Journal of Animal Ecology*, 86(3), 521-531.
- Bray, N., & Wickings, K. (2019). The roles of invertebrates in the urban soil microbiome. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7, 359.
- Brenneisen, S. (2006). Space for urban wildlife: designing green roofs as habitats in Switzerland. *Urban Habitats*, 4, 27–36.
- Brown, C., & Lundholm, J. (2015). Microclimate and substrate depth influence green roof plant community dynamics. *Landscape and Urban Planning*, 143, 134-142.
- Brussaard, L. (1997). Biodiversity and Ecosystem Functioning in Soil. *Ambio*, 26, 563-570.
- Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (2004). Multimodel inference: understanding AIC and BIC in model selection. *Sociological Methods & Research*, 33, 261-304.
- Byrne, L. B. (2007). Habitat structure: a fundamental concept and framework for urban soil ecology. *Urban Ecosystems*, 10, 255-274.
- Calviño, A. A., Tavella, J., Beccacece, H. M., Estallo, E. L., Fabian, D., Moreno, M. L., ... & Fenoglio, M. S. (2023). The native-exotic plant choice in green roof design: Using a multicriteria decision framework to select plant tolerant species that foster beneficial arthropods. *Ecological Engineering*, 187, 106871.
- Cordo, H. A., G. Logarzo, K. Braun & O. Di Iorio (Editores). 2004. Catálogo de Insectos Fitófagos de la Argentina y sus Plantas Asociadas. *Sociedad Entomológica Argentina ediciones*, Buenos Aires.
- Cortet, J., Joffre, R., Elmholt, S., & Krogh, P. H. (2003). Increasing species and trophic diversity of mesofauna affects fungal biomass, mesofauna community structure and organic matter decomposition processes. *Biology and Fertility of Soils*, 37, 302-312.
- Coulibaly, S. F., Aubry, C., Provent, F., Rousset-Rouvière, S., & Joimel, S. (2023). The role of green roofs as urban habitats for biodiversity modulated by their design: A review. *Environmental Research Letters*, 18, 073003.
- De Vries, F. T., Thébault, E., Liiri, M., Birkhofer, K., Tsiafouli, M. A., Bjørnlund, L., & Bardgett, R. D. (2013). Soil food web properties explain ecosystem services across European land use systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 14296-14301.
- Dias, A. T., Krab, E. J., Mariën, J., Zimmer, M., Cornelissen, J. H., Ellers, J., ... & Berg, M. P. (2013). Traits underpinning desiccation resistance explain distribution patterns of terrestrial isopods. *Oecologia*, 172, 667-677.

- Díaz, S. M., Gurvich, D. E., Pérez H. N., & Cabido, M. R. (2003) ¿Quién necesita los tipos funcionales de plantas? *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 37, 135-140.
- Dunger, W., Schulz, H. J., & Zimdars, B. (2002). Colonization behaviour of Collembola under different conditions of dispersal: Proceedings of the Xth international Colloquium on Apterygota, České Budějovice 2000: Apterygota at the Beginning of the Third Millennium. *Pedobiologia*, 46, 316-327.
- Elmqvist, T., Zipperer, W., & Güneralp, B. (2016). Urbanisation, habitat loss, biodiversity decline: Solution pathways to break the cycle. In K. Seta, W. D. Solecki, & C. A. Griffith (Eds.). *Routledge Handbook of Urbanisation and Global Environmental Change* (pp. 139–151). London and New York - Routledge.
- Fabián, D., González, E., Domínguez Sánchez, M. V., Salvo, A., & Fenoglio, M. S. (2021), Towards the design of biodiverse green roofs in Argentina: Assessing key elements for different functional groups of arthropods. *Urban Forestry & Urban Greening*, 61. doi: 10.1016/j.ufug.2021.127107.
- Faeth, S. H., Bang, C., & Saari, S. (2011) Urban biodiversity: patterns and mechanisms. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223, 69-81.
- Fenoglio, M.S., Rossetti, M.R., & Videla, M. (2020). Negative effects of urbanization on terrestrial arthropod communities: a meta-analysis. *Global Ecology and Biogeography* 29, 1412-1429. doi: 10.1111/geb.13107.
- Fenoglio, M. S., Calviño, A., González, E., Salvo, A., & Videla, M. (2021). Urbanisation drivers and underlying mechanisms of terrestrial insect diversity loss in cities. *Ecological Entomology*, 46, 775-771. doi: 10.1111/een.13041.
- Fenoglio, M. S., González, E., Tavella, J., Beccacece, H., Moreno, M. L., Fabian, D., ... & Calviño, A. (2023). Native plants on experimental urban green roofs support higher community-level insect abundance than exotics. *Urban Forestry & Urban Greening*, 86, 128039.
- Filser, J. (2002). The role of Collembola in carbon and nitrogen cycling in soil: Proceedings of the Xth international Colloquium on Apterygota, České Budějovice 2000: Apterygota at the Beginning of the Third Millennium. *Pedobiologia*, 46, 234-245.
- Gagic, V., Bartomeus, I., Jonsson, T., Taylor, A., Winqvist, C., Fischer, C., ... & Bommarco, R. (2015). Functional identity and diversity of animals predict ecosystem functioning better than species-based indices. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282, 20142620.
- Ge, B., Mehring, A. S., & Levin, L. A. (2019). Urbanization alters belowground invertebrate community structure in semi-arid regions: A comparison of lawns, biofilters and sage scrub. *Landscape and Urban Planning*, 192, 103664.

- Gessner, M. O., Swan, C. M., Dang, C. K., McKie, B. G., Bardgett, R. D., Wall, D. H., & Hättenschwiler, S. (2010). Diversity meets decomposition. *Trends in ecology & evolution*, *25*(6), 372-380.
- Graves, S., Piepho, H. P., Selzer, L., & Dorai-Raj, S. (2015). multcompView: Visualizations of Paired Comparisons. R package version 0.1-8. *R Foundation Statistical Computing*, Vienna, Austria.
- Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, *319*, 756–760.
- Heemsbergen, D. A., Berg, M. P., Loreau, M., Van Hal, J. R., Faber, J. H., & Verhoef, H. A. (2004). Biodiversity effects on soil processes explained by interspecific functional dissimilarity. *Science*, *306*, 1019-1020.
- Holt, R. D. (2016). Green roofs may cast shadows. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, *62*(1-2), 15-22.
- Hotelling, H. (1933). Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology*, *24*, 417.
- Imhof, L., Suárez, E., Cáceres, N., Robbiati, F., Cáceres, C., Broilo, A., ... & Galetto, L. (2021). Thermal performance of an extensive green roof under semi-arid conditions in central Argentina. *Journal of Green Building*, *16*(1), 17-42.
- Ives, C. D., Lentini, P. E., Threlfall, C. G., Ikin, K., Shanahan, D. F., Garrard, G. E., & Rowe, R. (2016). Cities are hotspots for threatened species. *Global Ecology and Biogeography*, *25*, 117–126. doi: 10.1111/geb.12404.
- Jacobs, J., Berg, M., Beenaerts, N., & Artois, T. (2022). Biodiversity of Collembola on green roofs: A case study of three cities in Belgium. *Ecological Engineering*, *177*, 106572.
- Joimel, S., Grard, B., Auclerc, A., Hedde, M., Le Doaré, N., Salmon, S., & Chenu, C. (2018). Are Collembola “flying” onto green roofs? *Ecological Engineering*, *111*, 117-124.
- Knapp, M., & Řezáč, M. (2015). Even the smallest non-crop habitat islands could be beneficial: distribution of carabid beetles and spiders in agricultural landscape. *PLoS one*, *10*(4), e0123052.
- Koricheva, J., Mulder, C. P., Schmid, B., Joshi, J., & Huss-Danell, K. (2000). Numerical responses of different trophic groups of invertebrates to manipulations of plant diversity in grasslands. *Oecologia*, *125*, 271-282.
- Kratschmer, S., Kriechbaum, M., & Pachinger, B. (2018). Buzzing on top: Linking wild bee diversity, abundance and traits with green roof qualities. *Urban Ecosystems*, *21*, 429-446.
- Ksiazek-Mikenas, K., Herrmann, J., Menke, S. B., & Köhler, M. (2018). If you build it, will they come? plant and arthropod diversity on urban green roofs over time. *Urban Naturalist*, *1*, 52-72.

- Kyrö, K., Brenneisen, S., Kotze, D. J., Szallies, A., Gerner, M., & Lehvavirta, S. (2018). Local habitat characteristics have a stronger effect than the surrounding urban landscape on beetle communities on green roofs. *Urban Forestry & Urban Greening*, *29*, 122-130.
- Kyrö, K., Kotze, D. J., Müllner, M. A., Hakala, S., Kondorosy, E., Pajunen, T., ... & Lehvavirta, S. (2020). Vegetated roofs in boreal climate support mobile open habitat arthropods, with differentiation between meadow and succulent roofs. *Urban Ecosystems*, *23*(6), 1239-1252.
- Levings, S. C., & Windsor, D. M. (1984). Litter moisture content as a determinant of litter arthropod distribution and abundance during the dry season on Barro Colorado Island, Panama. *Biotropica*, *16*, 125-131.
- Lüdecke, D. (2018). ggffects: tidy data frames of marginal effects from regression models. *Journal of Open Source Software* *3*, 772.
- Luff, M. L. (1975). Some features influencing the efficiency of pitfall traps. *Oecologia*, *19*, 345-357.
- MacIvor, J. S. (2016). Building height matters: nesting activity of bees and wasps on vegetated roofs. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, *62*, 88–96. doi: 10.1080/15659801.2015.1052635.
- Madre, F., Vergnes, A., Machon, N., & Clergeau, P. (2013). A comparison of 3 types of green roof as habitats for arthropods. *Ecological Engineering*, *57*, 109–117. doi: 10.1016/j.ecoleng.2013.04.029.
- Manoli, G., Fatichi, S., Schläpfer, M., Yu, K., Crowther, T. W., Meili, N., ... & Bou-Zeid, E. (2019). Magnitude of urban heat islands largely explained by climate and population. *Nature*, *573*, 55-60.
- Martinson, H. M., & M. J. Raupp. (2013). A meta-analysis of the effects of urbanization on ground beetle communities. *Ecosphere*, *4*, 1-24. doi: 10.1890/ES12-00262.1
- McKinney, M. L. (2008). Effects of urbanization on species richness: A review of plants and animals. *Urban Ecosystems*, *11*, 161–176. doi: 10.1007/s11252-007-0045-4.
- Medianero, E., Castano-Meneses, G., Tishechkin, A., Basset, Y., Barrios, H., Ødegaard, F., ... & Bail, J. (2007). Influence of local illumination and plant composition on the spatial and seasonal distribution of litter-dwelling arthropods in a tropical rainforest. *Pedobiologia*, *51*(2), 131-145.
- Momo, F. R., & Falco, L. B. (2009). Biología y ecología de la fauna del suelo. *Imago Mundi, Buenos Aires*.
- Moreno, M. L., Fernández, M. G., Molina, S. I., & Valladares, G. (2013). The role of small woodland remnants on ground dwelling in-sect conservation in Chaco Serrano, Central Argentina. *Journal of Insect Science*, *13*(1), 40.
- Moretti, M., Dias, A. T., De Bello, F., Altermatt, F., Chown, S. L., Azcarate, F. M., ... & Berg, M. P. (2017). Handbook of protocols for standardized measurement of terrestrial invertebrate functional traits. *Functional Ecology*, *31*, 558-567.

- Muller, J. N., Loh, S., Braggion, L., Cameron, S., & Firn, J. L. (2014). Diverse urban plantings managed with sufficient resource availability can increase plant productivity and arthropod diversity. *Frontiers in Plant Science*, *5*, 517.
- Nagase, A., & Dunnett, N. (2011). The relationship between percentage of organic matter in substrate and plant growth in extensive green roofs. *Landscape and Urban Planning*, *103*, 230–236.
- Nagase, A., Yamada, Y., Aoki, T., & Nomura, M. (2018). Developing biodiverse green roofs for Japan: Arthropod and colonizer plant diversity on Harappa and Biotope roofs. *Urban Naturalist*, *1*, 16-38.
- New, T. R. (2015). *Insect Conservation and Urban Environments* (pp. 125-129). Cham: Springer.
- Nielsen, U. N., Ayres, E., Wall, D. H., & Bardgett, R. D. (2011). Soil biodiversity and carbon cycling: a review and synthesis of studies examining diversity–function relationships. *European Journal of Soil Science*, *62*, 105-116.
- Niemelä, J. & Kotze, J. (2009). Carabid beetle assemblages along urban to rural gradients: A review. *Landscape and Urban Planning*, *92*, 65-71.
- Noriega, J. A., Hortal, J., Azcárate, F. M., Berg, M. P., Bonada, N., Briones, M. J. I., ...& Santos, A. M. C. (2018). Research trends in ecosystem services provided by insects. *Basic and Applied Ecology*, *26*, 8–23.
- Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R. R., Doshi, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Kohler, M., Liu, K. K. Y., & Rowe, B. (2007). Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions, and services. *BioScience*, *57*, 823–833. doi:10.1641/B571005.
- Obrist, M. K., & Duelli, P. (2010). Rapid biodiversity assessment of arthropods for monitoring average local species richness and related ecosystem services. *Biodiversity and Conservation*, *19*, 2201-2220.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., ... & Imports, M. A. S. S. (2019). Package ‘vegan’. *Community ecology package, version*, *2(9)*.
- Önen, Ö., & Koç, K. (2011). Seasonal and vertical distribution of Acarina fauna of grassland. *Çankaya University Journal of Science and Engineering*, *8(2)*.
- Pey, B., Nahmani, J., Auclerc, A., Capowiez, Y., Cluzeau, D., Cortet, J., ... & Hedde, M. (2014). Current use of and future needs for soil invertebrate functional traits in community ecology. *Basic and Applied Ecology*, *15*, 194-206.
- Pickett, S., Cadenasso, M. L., Grove, J. M., Boone, C. G., Groffman, P. M., Irwin, E., ...& Warren, P. (2011). Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress. *Journal of Environmental Management*, *92*, 331–362.
- Platt, R. H. (2004). Regreening the metropolis: pathways to more ecological cities: Keynote Address. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1023*, 49-61.

- Potapov, A., Bellini, B. C., Chown, S. L., Deharveng, L., Janssens, F., Kováč, Ľ., ... & Berg, M. P. (2020). Towards a global synthesis of Collembola knowledge: challenges and potential solutions. *Soil Organisms*, 92(3), 161-188.
- Prather, R. M., Castillioni, K., Welti, E. A., Kaspari, M., & Souza, L. (2020). Abiotic factors and plant biomass, not plant diversity, strongly shape grassland arthropods under drought conditions. *Ecology* 101 (6), e03033.
- Purevdorj, T. S., Tateishi, R., Ishiyama, T., & Honda, Y. (1998). Relationships between percent vegetation cover and vegetation indices. *International journal of remote sensing*, 19, 3519-3535.
- R Development Core Team (2012) R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Viena.
- Robbiati, F. O., Cáceres, N., Hick, E. C., Suarez, M., Soto, S., Barea, G., ... & Imhof, L. (2022). Vegetative and thermal performance of an extensive vegetated roof located in the urban heat island of a semiarid region. *Building and Environment*, 212, 108791.
- Rumble, H., & Gange, A. C. (2013). Soil microarthropod community dynamics in extensive green roofs. *Ecological Engineering*, 57, 197-204.
- Salvo, A., Valladares, G. R., & Cagnolo, L. (2011) Parasitic assemblages on leafminers: a comparison of structure and function among host orders, *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 46:1, 11-22, DOI: [10.1080/01650521.2010.536351](https://doi.org/10.1080/01650521.2010.536351)
- Sanchez Domínguez, M.V., González, E., Fabián, D., Salvo, A., & Fenoglio, M. S. (2020). Arthropod diversity and ecological processes on green roofs in a semi-rural area of Argentina: Similarity to neighbor ground habitats and landscape effects. *Landscape and Urban Planning*, 199, 103816.
- Schrader, S., & Böning, M. (2006). Soil formation on green roofs and its contribution to urban biodiversity with emphasis on Collembolans. *Pedobiologia*, 50(4), 347-356.
- Schweiger, O., Maelfait, J. P., Van Wingerden, W. K. R. E., Hendrickx, F., Billeter, R., Speelmans, M., ... & Bugter, R. (2005). Quantifying the impact of environmental factors on arthropod communities in agricultural landscapes across organizational levels and spatial scales. *Journal of Applied Ecology*, 42(6), 1129-1139.
- Schindler, B. Y., Griffith, A. B., & Jones, K. N. (2011). Factors influencing arthropod diversity on green roofs. *Cities and the Environment*, 4, 5.
- Southwood, T. R. E., & Henderson, P. A. (2009). *Ecological methods*. Hoboken, New Jersey - John Wiley & Sons.
- Suarez, M., Cáceres, N., Imhof, L. Hick, E., Fenoglio, M.S., Ivancovich, G., Romero, S., Cortadi, M., & Wulff, E. (2016). *Relevamiento de techos verdes de la ciudad de Córdoba. Primer diagnóstico*. Córdoba - Editorial de la Universidad Católica de Córdoba.

- Symonds, M. R., & Moussalli, A. (2011). A brief guide to model selection, multimodel inference and model averaging in behavioural ecology using Akaike's information criterion. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 65, 13-21.
- Teuben, A., & Roelofsma, T. A. P. J. (1990). Dynamic interactions between functional groups of soil arthropods and microorganisms during decomposition of coniferous litter in microcosm experiments. *Biology and Fertility of Soils*, 9, 145-151.
- Thuring, C., & Grant, G. (2016). The biodiversity of temperate extensive green roofs – a review of research and practice. *Israel Journal of Ecology & Evolution*, 62, 44-57. doi: 10.1080/15659801.2015.1091190.
- Triplehorn, C. A., & Johnson, N. F. (2005) Introduction to the Study of Insects. *Thomson Brooks/Cole*, Belmont, California.
- van Klink, R., Schrama, M., Nolte, S., Bakker, J. P., WallisDeVries, M. F., & Berg, M. P. (2015). Defoliation and soil compaction jointly drive large-herbivore grazing effects on plants and soil arthropods on clay soil. *Ecosystems*, 18, 671-685.
- van Klink, R., Bowler, D.E., Gongalsky, K.B., Swengel, A.B., Gentile, A., & Chase, J.M. (2020). Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances. *Science*, 368, 417–420. doi: 10.1126/science. aax9931.
- Wang, L., Wang, H., Wang, Y., Che, Y., Ge, Z., & Mao, L. (2022). The relationship between green roofs and urban biodiversity: A systematic review. *Biodiversity and Conservation*, 31(7), 1771-1796.
- Wardle, D. A., Bardgett, R. D., Klironomos, J. N., Setälä, H., Van Der Putten, W. H., & Wall, D. H. (2004). Ecological linkages between aboveground and belowground biota. *Science*, 304, 1629-1633.
- Williams, N. S., Lundholm, J., & MacIvor, J. (2014). Do green roofs help urban biodiversity conservation? *Journal of Applied Ecology*, 51, 1643–1649. doi: 10. 1111/1365-2664.12333.
- Zuloaga, F., Morrone, O., & Belgrano, M. J. (2019). Catálogo de las plantas del Cono Sur. <http://www2.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraArgentina/fa.htm> Accessed in December 2017.
- Zuur, A.F., Ieno, E.N., Walker, N.J., Saveliev, A.A., Smith, G.M. (2009). Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R. *Springer* – New York.

Tabla A1 – Lista de techos verdes y sus variables independientes. Para cada techo se incluyen la región adonde está ubicado, la edad, el área, la altura, la profundidad y tipo de sustrato, la presencia de riego y el porcentaje de verde en el paisaje. Con asteriscos en la columna Casa se identifican los techos verdes de edificios comerciales (Casa 8: Shell; Casa 9: Concesionaria Naum; Casa 11: Techos Verdes CBA; Casa 12: Muy Güemes).

Casa	Región	Edad (meses)	Área (m ²)	Altura (m)	Profundidad del sustrato (cm)	Tipo de Sustrato	Riego	Porcentaje de verde en el paisaje
1	Valle de Paravachasca	48	50	2,5	15	Tierra negra	No	99,64
2	Valle de Paravachasca	36	63	3,5	15	Tierra negra	Sí	99,65
3	Valle de Paravachasca	20	20	3,5	12	Tierra negra con arena	No	98,88
4	Valle de Paravachasca	60	65	3,5	15	Fibras	No	97,32
5	Valle de Paravachasca	36	40	2,5	8	Tierra negra con arena	No	98,82
6	Córdoba capital	24	33	3	15	Tierra negra con vermiculita	Sí	28,95
7	Córdoba capital	36	20	3,5	15	Tierra negra con arena	Sí	16,88
8*	Córdoba capital	6	30	5,5	5	Fibras	Sí	28,38
9*	Córdoba capital	84	400	8	8	Tierra negra con vermiculita	Sí	38,6
10	Córdoba capital	36	70	5,5	15	Tierra negra con arena	Sí	48,82
11	Córdoba capital	6	33	2,4	15	Tierra negra con vermiculita	Sí	28,92
12*	Córdoba capital	24	43	2,5	8	Tierra negra con vermiculita	Sí	18,03
13	Sierras chicas	12	70	3,3	10	Fibras	No	96,47
14	Sierras chicas	60	20	3	10	Tierra negra	No	92,03
15	Sierras chicas	60	40	3,5	10	Tierra negra	No	92,92
16	Sierras chicas	24	56	5,5	10	Tierra negra	No	98,94
17	Sierras chicas	12	30	2,4	7	Fibras	No	92,99
18	Sierras chicas	30	48	3	12,5	Tierra negra	Sí	99,57
19	Sierras chicas	60	6	2	15	Tierra negra	No	98,4
20	Sierras chicas	24	32	2,5	13	Tierra negra con vermiculita	No	99,6

Tabla A2- Lista de especies vegetales colectadas en los techos verdes considerados en el estudio.

Familia	Especie
Acanthaceae	<i>Dicliptera squarrosa</i>
Agavaceae	<i>Chlorophytum comosum</i>
Aizoaceae	<i>Aptemia cordifolia</i>
Aizoaceae	<i>Lampranthus multiradiatus</i>
Amaranthaceae	<i>Celosia argentea</i>
Amaranthaceae	<i>Dysphania carinata</i>
Amaranthaceae	<i>Gomphrena pulchella</i>
Amaryllidaceae	<i>Allium amperoprasum</i>
Amaryllidaceae	<i>Allium triquetrum</i>
Amaryllidaceae	<i>Nothoscordum arenarium</i>
Amaryllidaceae	<i>Tulbaghia violacea</i>
Arecaceae	<i>Arecaceae sp.</i>
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>
Asteraceae	<i>Bidens sp</i>
Asteraceae	<i>Conyza blakei</i>
Asteraceae	<i>Conyza sp.</i>
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i>
Asteraceae	<i>Heterosperma sp</i>
Asteraceae	<i>Hypochaeris radicata</i>
Asteraceae	<i>Laennecia sophiifolia</i>
Asteraceae	<i>Parthenium hysterophorus</i>
Asteraceae	<i>Schkuhria pinnata</i>
Asteraceae	<i>Taraxacum officinalis</i>
Asteraceae	<i>Taraxacum sp</i>
Asteraceae	<i>Zinnia peruviana</i>
Basellaceae	<i>Anredera cordifolia</i>
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i>
Convolvulaceae	<i>Chenopodium carinatum (sinónimo de Dysphania carinata)</i>
Convolvulaceae	<i>Dicondra sp</i>
Convolvulaceae	<i>Ipomoea nil</i>
Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>
Crassulaceae	<i>Crassulaceae sp1</i>
Crassulaceae	<i>Crassulaceae sp2</i>
Crassulaceae	<i>Crassulaceae sp3</i>
Crassulaceae	<i>Kalanchoe cfr fedtschenkoi</i>
Crassulaceae	<i>Kalanchoe daigrementiana (Bryophyllum)</i>
Crassulaceae	<i>Kalanchoe sp</i>
Crassulaceae	<i>Sedum acre</i>
Crassulaceae	<i>Sedum lineare</i>
Crassulaceae	<i>Sedum montanum</i>
Crassulaceae	<i>Sedum reflexum</i>
Crassulaceae	<i>Sedum rupestre</i>
Crassulaceae	<i>Sedum spurium</i>
Crassulaceae	<i>Sedum sp</i>
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita maxima</i>
Cyperaceae	<i>Cyperus aggregatus</i>
Cyperaceae	<i>Cyperus alternifolius</i>
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>
Cyperaceae	<i>Cyperus sp</i>
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia acerensis</i>
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hirta</i>
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia hyssopifolia</i>
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia klotzschii</i>
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia sciadophylla</i>
Lamiaceae	<i>Lavandula dentata</i>
Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i>
Lamiaceae	<i>Prunella vulgaris</i>
Lamiaceae	<i>Salvia guaranitica</i>
Lamiaceae	<i>Salvia sp</i>
Lythraceae	<i>Heimia salicifolia</i>
Malvaceae	<i>Abutilon sp</i>
Malvaceae	<i>Anoda cristata</i>
Malvaceae	<i>Sida dictiocarpa</i>
Malvaceae	<i>Sida spinosa</i>
Malvaceae	<i>Sida sp</i>
Orobanchaceae	<i>Agalinis communis</i>
Oxalidaceae	<i>Oxalis sp</i>
Poaceae	<i>Axonopus compressum</i>

Poaceae	<i>Axonopus compressum</i> TIFFWAY
Poaceae	<i>Chloris gayana</i>
Poaceae	<i>Chloris halophila</i>
Poaceae	<i>Chloris sp1</i>
Poaceae	<i>Chloris sp2</i>
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>
Poaceae	<i>Digitaria sanguinalis</i>
Poaceae	<i>Echinochloa colonum</i>
Poaceae	<i>Eragrostis retineus</i>
Poaceae	<i>Eragrostis virescens</i>
Poaceae	<i>Panicum bergii</i>
Poaceae	<i>Paspalum dilatatum</i>
Poaceae	<i>Setari parviflora</i>
Poaceae	<i>Setaria sp</i>
Poaceae	<i>Stipa neesiana</i>
Poaceae	<i>Stenotaphrum secundatum</i>
Poaceae	<i>Trichloris crinita</i>
Poaceae	<i>Trichloris sp</i>
Poaceae	<i>Zea mays</i>
Portulacaceae	<i>Portulaca oleraceae</i>
Portulacaceae	<i>Portulaca sp</i>
Pteridaceae	<i>Cheilanthes sp</i>
Solanaceae	<i>Nierembergia linariifolia</i>
Talinaceae	<i>Talinum paniculatum</i>
Verbenaceae	<i>Verbena sp</i>
Xanthorrhoeaceae	<i>Bulbine frutescens</i>

Tabla A3 - Lista de especies de artrópodos colectadas en los techos verdes considerados en este estudio. Para cada morfoespecie se indican la clase, orden, familia, tamaño, movilidad, tipo de hábitat y gremio trófico. La columna Especie identifica a cada morfoespecie dentro de cada orden. La columna Σ informa del total de individuos colectados de cada morfoespecie.

Clase	Orden	Familia	Especie	Tamaño	Movilidad	Hábitat	Hábito alimenticio	Σ
Acari	Oribatida	Galumnidae	1	Pequeño	Baja	Euedáfico	Detritívoro	513
Acari	Oribatida		2	Pequeño	Baja	Euedáfico	Detritívoro	27
Acari	Oribatida		3	Pequeño	Baja	Euedáfico	Detritívoro	2
Acari	Oribatida		4	Pequeño	Baja	Euedáfico	Detritívoro	11
Acari	Oribatida		5	Pequeño	Baja	Euedáfico	Detritívoro	8
Acari	Oribatida		6	Pequeño	Baja	Euedáfico	Detritívoro	17
Acari	Oribatida		7	Pequeño	Baja	Euedáfico	Detritívoro	7
Acari	Oribatida	Galumnidae	8	Pequeño	Baja	Euedáfico	Detritívoro	108
Acari	Oribatida		9	Pequeño	Baja	Euedáfico	Detritívoro	12
Acari	Oribatida		10	Pequeño	Baja	Euedáfico	Detritívoro	5
Acari	Oribatida		11	Pequeño	Baja	Euedáfico	Detritívoro	1
Acari	Oribatida		12	Pequeño	Baja	Euedáfico	Detritívoro	7
Acari	Oribatida		13	Pequeño	Baja	Euedáfico	Detritívoro	25
Acari	Prostigmata	Anystidae	14	Pequeño	Baja	Epiedáfico	Predador	2
Acari	Prostigmata	Anystidae	15	Pequeño	Baja	Epiedáfico	Predador	2
Acari	Prostigmata	Anystidae	16	Pequeño	Baja	Epiedáfico	Predador	34
Acari	Prostigmata	Anystidae	17	Pequeño	Baja	Epiedáfico	Predador	20
Acari	Prostigmata	Anystidae	18	Pequeño	Baja	Epiedáfico	Predador	1
Acari	Prostigmata	Rhagidiidae	19	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	354
Acari	Prostigmata	Cunaxidae	20	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	9
Acari	Prostigmata	Cunaxidae	21	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	9
Acari	Prostigmata	Cunaxidae	22	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	2
Acari	Prostigmata		23	Pequeño	Baja	Euedáfico	Predador	5
Acari	Prostigmata	Eupodidae	24	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Omnívoro	25
Acari	Mesostigmata	Parasitidae	25	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	73
Acari	Mesostigmata		26	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	8
Acari	Mesostigmata		27	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	2
Acari	Mesostigmata		28	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	8
Acari	Mesostigmata		29	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	13
Acari	Mesostigmata		30	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	3
Acari	Mesostigmata		31	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	4
Acari	Mesostigmata		32	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	5
Acari	Mesostigmata		33	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	4
Acari	Mesostigmata		34	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	3
Acari	Mesostigmata		35	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	3
Acari	Mesostigmata		36	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	1
Acari	Mesostigmata		37	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	19
Acari	Mesostigmata		38	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	1
Acari	Mesostigmata		39	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	62
Acari	Mesostigmata		40	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	2
Acari	Mesostigmata		41	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	1
Arachnida	Araneae	Lycosidae	1	Grande	Intermedio	Hemiedáfico	Predador	23
Arachnida	Araneae	Lycosidae	2	Grande	Intermedio	Hemiedáfico	Predador	16
Arachnida	Araneae	Salticidae	3	Mediano	Intermedio	Epiedáfico	Predador	3
Arachnida	Araneae	Salticidae	4	Mediano	Intermedio	Epiedáfico	Predador	1
Arachnida	Araneae	Thomisidae	5	Mediano	Intermedio	Epiedáfico	Predador	1
Arachnida	Araneae	Thomisidae	6	Mediano	Intermedio	Epiedáfico	Predador	1
Arachnida	Araneae	Desidae, Metalbella cf	7	Grande	Intermedio	Epiedáfico	Predador	2
Arachnida	Araneae	Ctenidae	8	Grande	Intermedio	Epiedáfico	Predador	1
Arachnida	Araneae	Ctenidae	9	Grande	Intermedio	Epiedáfico	Predador	1
Arachnida	Araneae	Theridiidae Steatoda cf	10	Grande	Intermedio	Epiedáfico	Predador	2
Arachnida	Araneae	Theridiidae	11	Grande	Intermedio	Epiedáfico	Predador	1
Arachnida	Araneae	Theridiidae	12	Grande	Intermedio	Epiedáfico	Predador	1
Arachnida	Araneae	Theridiidae	13	Grande	Intermedio	Epiedáfico	Predador	1

Arachnida	Araneae	Oecobiidae	14	Pequeño	Intermedio	Epiedáfico	Predador	1
Arachnida	Araneae	Hahnidae	15	Pequeño	Intermedio	Epiedáfico	Predador	1
Arachnida	Araneae	Araneidae Alpaida	16	Mediano	Intermedio	Epiedáfico	Predador	1
Arachnida	Araneae	Linyphiidae	17	Mediano	Intermedio	Epiedáfico	Predador	2
Arachnida	Araneae	Linyphiidae	18	Mediano	Intermedio	Epiedáfico	Predador	1
Arachnida	Araneae	Oxyopidae	19	Grande	Intermedio	Epiedáfico	Predador	1
Arachnida	Pseudoscorpionida		1	Pequeño	Intermedio	Hemiedáfico	Predador	1
Chilopoda		Scolopendridae Scolopendra sp	1	Grande	Intermedio	Hemiedáfico	Predador	5
Chilopoda		Scolopendridae Scolopendra sp	2	Grande	Intermedio	Hemiedáfico	Predador	1
Diplopoda		Juliformia sp	1	Grande	Intermedio	Hemiedáfico	Detritívoro	3
Malacostraca	Isopoda	Armadillidae Armadillidium vulgare	1	Grande	Intermedio	Hemiedáfico	Detritívoro	478
Malacostraca	Isopoda	Armadillidae Armadillidium vulgare	2	Grande	Intermedio	Hemiedáfico	Detritívoro	2
Malacostraca	Isopoda	Armadillidae Armadillidium vulgare	3	Grande	Intermedia	Hemiedáfico	Detritívoro	1
Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	1	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Detritívoro	1431
Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	2	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Detritívoro	158
Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	3	Mediano	Baja	Hemiedáfico	Detritívoro	10
Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	4	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Detritívoro	12
Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	5	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Detritívoro	4
Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	6	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Detritívoro	66
Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	7	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Detritívoro	1
Collembola	Symphyleona	Sminthuridae	8	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Detritívoro	9
Collembola	Entomobryomorpha	Entomobryidae	9	Pequeño	Intermedia	Epiedáfico	Detritívoro	261
Collembola	Entomobryomorpha	Entomobryidae	10	Pequeño	Intermedia	Epiedáfico	Detritívoro	6
Collembola	Entomobryomorpha	Entomobryidae	11	Pequeño	Intermedia	Epiedáfico	Detritívoro	6
Collembola	Entomobryomorpha	Entomobryidae	12	Pequeño	Intermedia	Epiedáfico	Detritívoro	10
Collembola	Entomobryomorpha	Isotomidae	13	Pequeño	Intermedia	Hemiedáfico	Detritívoro	9
Collembola	Entomobryomorpha	Isotomidae	14	Pequeño	Intermedia	Hemiedáfico	Detritívoro	347
Collembola	Entomobryomorpha	Isotomidae	15	Pequeño	Intermedia	Hemiedáfico	Detritívoro	41
Collembola	Entomobryomorpha	Isotomidae	16	Pequeño	Intermedia	Hemiedáfico	Detritívoro	27
Collembola	Poduromorpha	Hipogastruridae	17	Pequeño	Baja	Euedáfico	Detritívoro	486
Collembola	Poduromorpha	Hipogastruridae	18	Pequeño	Baja	Euedáfico	Detritívoro	20
Collembola	Poduromorpha	Hipogastruridae	19	Pequeño	Baja	Euedáfico	Detritívoro	7
Insecta	Coleoptera	Nitidulidae	1	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	2	Pequeño	Alta	Hemiedáfico	Predador	1
Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	3	Grande	Alta	Hemiedáfico	Predador	6
Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	4	Pequeño	Alta	Hemiedáfico	Predador	1
Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	5	Mediano	Alta	Hemiedáfico	Predador	1
Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	6	Mediano	Alta	Hemiedáfico	Predador	1
Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	7	Mediano	Alta	Hemiedáfico	Predador	1
Insecta	Coleoptera	Staphylinidae	8	Mediano	Alta	Hemiedáfico	Predador	1
Insecta	Coleoptera	Ptilidae	9	Pequeño	Intermedia	Hemiedáfico	Herbívoro	1
Insecta	Coleoptera	Latrididae	10	Mediano	Intermedia	Epiedáfico	Herbívoro	1
Insecta	Coleoptera	Elateridae	11	Grande	Alta	Euedáfico	Herbívoro	1

Insecta	Coleoptera	Elateridae	12	Grande	Alta	Euedáfico	Herbívoro	2
Insecta	Coleoptera	Cucujidae	13	Grande	Alta	Epiedáfico	Omnívoro	1
Insecta	Coleoptera	Curculionidae Scolytinae	14	Mediano	Intermedia	Epiedáfico	Herbívoro	1
Insecta	Coleoptera	Tenebrionidae	15	Mediano	Intermedia	Euedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Coleoptera	Tenebrionidae	16	Mediano	Alta	Euedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Coleoptera	Carabidae Carabinae	17	Grande	Intermedia	Epiedáfico	Predador	3
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae Aphodiinae	18	Grande	Alta	Euedáfico	Detritívoro	2
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae Ap hodiinae	19	Grande	Alta	Euedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Coleoptera	Scarabaeidae Ap hodiinae	20	Grande	Alta	Euedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Coleoptera	Coccinellidae	21	Mediano	Alta	Epiedáfico	Predador	2
Insecta	Coleoptera	Chrysomelidae	22	Mediano	Alta	Epiedáfico	Herbívoro	1
Insecta	Coleoptera	Hydrophilidae	23	Grande	Alta	Epiedáfico	Omnívoro	1
Insecta	Coleoptera	Corylophidae	24	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Herbívoro	1
Insecta	Coleoptera	Anthicidae	25	Mediano	Intermedia	Epiedáfico	Omnívoro	1
Insecta	Coleoptera	Larva de Staphylinidae	26	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	2
Insecta	Coleoptera	Larva de Staphylinidae	27	Pequeño	Baja	Hemiedáfico	Predador	1
Insecta	Dermaptera		1	Mediano	Alta	Hemiedáfico	Omnívoro	2
Insecta	Diptera	Nematocera	1	Mediano	Alta	Epiedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Diptera		2	Mediano	Alta	Epiedáfico	Detritívoro	2
Insecta	Diptera		3	Mediano	Alta	Epiedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Diptera	Nematocera Sciaridae	4	Mediano	Alta	Hemiedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Diptera		5	Mediano	Alta	Epiedáfico	Detritívoro	6
Insecta	Diptera		6	Mediano	Alta	Epiedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Diptera	Sciaridae	7	Mediano	Alta	Hemiedáfico	Detritívoro	8
Insecta	Diptera	Nematocera	8	Mediano	Alta	Epiedáfico	Detritívoro	2
Insecta	Diptera	Nematocera Sciaridae	9	Mediano	Alta	Hemiedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Diptera		10	Mediano	Alta	Epiedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Diptera	Nematocera	11	Mediano	Alta	Epiedáfico	Detritívoro	3
Insecta	Diptera	Nematocera	12	Mediano	Alta	Epiedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Diptera	Nematocera	13	Mediano	Alta	Epiedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Diptera	Nematocera	14	Mediano	Alta	Epiedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Diptera	Nematocera Chironomidae	15	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Detritívoro	16
Insecta	Diptera	Nematocera	16	Mediano	Alta	Epiedáfico	Detritívoro	2
Insecta	Diptera	Nematocera	17	Mediano	Alta	Epiedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Diptera	Nematocera Chironomidae	18	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Detritívoro	3
Insecta	Diptera	Nematocera Tipulidae	19	Grande	Alta	Epiedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Diptera	Brachycera Chloropidae	20	Mediano	Alta	Epiedáfico	Herbívoro	3
Insecta	Diptera	Brachycera Chloropidae	21	Mediano	Alta	Epiedáfico	Herbívoro	3
Insecta	Diptera	Brachycera Chloropidae	22	Mediano	Alta	Epiedáfico	Herbívoro	1
Insecta	Diptera	Brachycera Sarcophagidae	23	Grande	Alta	Epiedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Diptera	Brachycera Sarcophagidae	24	Grande	Alta	Epiedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Diptera	Brachycera Phoridae	25	Mediano	Alta	Hemiedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Diptera	Brachycera Phoridae	26	Mediano	Alta	Hemiedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Diptera	Brachycera Muscidae	27	Grande	Alta	Epiedáfico	Omnívoro	2
Insecta	Diptera	Brachycera Muscidae	28	Grande	Alta	Epiedáfico	Omnívoro	8
Insecta	Diptera	Brachycera Stratiomyidae	29	Grande	Alta	Hemiedáfico	Detritívoro	1
Insecta	Diptera	Brachycera Dolichopodidae	30	Mediano	Alta	Epiedáfico	Predador	1

Insecta	Diptera	Brachycera Scathophagidae	31	Grande	Alta	Epiedáfico	Predador	3
Insecta	Embioptera		1	Mediano	Intermedia	Hemiedáfico	Omnívoro	1
Insecta	Hemiptera	Lygaeidae	1	Grande	Alta	Epiedáfico	Herbívoro	74
Insecta	Hemiptera	Cydnidae	2	Grande	Intermedia	Euedáfico	Herbívoro	6
Insecta	Hemiptera	Geochoridae	3	Mediano	Alta	Epiedáfico	Predador	3
Insecta	Hemiptera		4	Pequeño	Intermedia	Epiedáfico	Herbívoro	1
Insecta	Hemiptera	Reduviidae	5	Grande	Alta	Epiedáfico	Predador	4
Insecta	Hemiptera	Auchenorrhyncha Cicadellidae	6	Grande	Alta	Epiedáfico	Herbívoro	73
Insecta	Hemiptera	Auchenorrhyncha Cicadellidae	7	Grande	Alta	Epiedáfico	Herbívoro	5
Insecta	Hemiptera	Auchenorrhyncha Cicadellidae	8	Mediano	Alta	Epiedáfico	Herbívoro	8
Insecta	Hemiptera	Auchenorrhyncha Cicadellidae	9	Mediano	Alta	Epiedáfico	Herbívoro	6
Insecta	Hemiptera	Auchenorrhyncha Cicadellidae	10	Grande	Alta	Epiedáfico	Herbívoro	4
Insecta	Hemiptera	Auchenorrhyncha Cicadellidae	11	Grande	Alta	Epiedáfico	Herbívoro	7
Insecta	Hemiptera	Auchenorrhyncha Cicadellidae	12	Grande	Alta	Epiedáfico	Herbívoro	9
Insecta	Hemiptera	Auchenorrhyncha Cicadellidae	13	Grande	Alta	Epiedáfico	Herbívoro	18
Insecta	Hemiptera	Auchenorrhyncha Cerdopidae	14	Mediano	Alta	Epiedáfico	Herbívoro	11
Insecta	Hemiptera	Auchenorrhyncha Fulgoroidea Delphacidae	15	Mediano	Alta	Epiedáfico	Herbívoro	9
Insecta	Hemiptera	Sternorrhyncha Aphididae Aphis mizus (cf)	16	Pequeño	Intermedia	Epiedáfico	Herbívoro	68
Insecta	Hemiptera	Sternorrhyncha Aphididae Aphis sp	17	Pequeño	Intermedia	Epiedáfico	Herbívoro	40
Insecta	Hemiptera	Sternorrhyncha Aphididae Aphis sp	18	Pequeño	Intermedia	Epiedáfico	Herbívoro	34
Insecta	Hemiptera	Sternorrhyncha Aphididae Aphis sp	19	Pequeño	Intermedia	Epiedáfico	Herbívoro	209
Insecta	Hemiptera	Sternorrhyncha Pseudococcidae	20	Pequeño	Baja	Epiedáfico	Herbívoro	100
Insecta	Hemiptera	Sternorrhyncha Pseudococcidae	21	Pequeño	Baja	Epiedáfico	Herbívoro	89
Insecta	Hemiptera	Sternorrhyncha Pseudococcidae	22	Pequeño	Baja	Epiedáfico	Herbívoro	31
Insecta	Hemiptera	Sternorrhyncha Coccidae	23	Pequeño	Baja	Epiedáfico	Herbívoro	1
Insecta	Hemiptera	Sternorrhyncha Coccidae	24	Pequeño	Baja	Epiedáfico	Herbívoro	12
Insecta	Hemiptera	Sternorrhyncha Diaspididae	25	Pequeño	Baja	Epiedáfico	Herbívoro	1
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Brachymyrmex patagonicus	1	Pequeño	Intermedia	Hemiedáfico	Omnívoro	112
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Tapinoma	2	Mediano	Intermedia	Hemiedáfico	Omnívoro	4
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Solenopsis richteri	3	Mediano	Intermedia	Hemiedáfico	Omnívoro	298
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Solenopsis saevissima (cf)	4	Mediano	Intermedia	Hemiedáfico	Omnívoro	135
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Solenopsis sp	5	Mediano	Intermedia	Hemiedáfico	Omnívoro	31
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Crematogaster	6	Mediano	Intermedia	Hemiedáfico	Omnívoro	52
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Camponotus mus	7	Grande	Intermedia	Epiedáfico	Omnívoro	7
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Camponotus punctulatus	8	Grande	Intermedia	Epiedáfico	Omnívoro	87

Insecta	Hymenoptera	Formicidae Camponotus (crassus)	9	Grande	Intermedia	Epiedáfico	Omnívoro	3
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Hypoconera sp	10	Mediano	Intermedia	Hemiedáfico	Predador	17
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Pheidole cordyceps	11	Mediano	Intermedia	Hemiedáfico	Omnívoro	25
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Pheidole sp	12	Mediano	Intermedia	Hemiedáfico	Omnívoro	89
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Pheidole sp	13	Mediano	Intermedia	Hemiedáfico	Omnívoro	8
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Pheidole sp	14	Mediano	Intermedia	Hemiedáfico	Omnívoro	6
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Pheidole sp	15	Mediano	Intermedia	Hemiedáfico	Omnívoro	14
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Pheidole sp	16	Mediano	Intermedia	Hemiedáfico	Omnívoro	5
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Acromyrmex	17	Mediano	Intermedia	Hemiedáfico	Herbívoro	45
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Pogonomyrmex	18	Grande	Intermedia	Hemiedáfico	Herbívoro	49
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Linipithema	19	Mediano	Intermedia	Hemiedáfico	Omnívoro	6
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Dorymyrmex	20	Mediano	Intermedia	Hemiedáfico	Omnívoro	42
Insecta	Hymenoptera	Formicidae Trachymyrmex	21	Mediano	Intermedia	Hemiedáfico	Herbívoro	5
Insecta	Hymenoptera	Trichogrammatida e	22	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	23
Insecta	Hymenoptera	Trichogrammatida e	23	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	2
Insecta	Hymenoptera	Trichogrammatida e	24	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	4
Insecta	Hymenoptera	Platygastridae Te lonominae	25	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	8
Insecta	Hymenoptera	Platygastridae Platygastrinae	26	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	2
Insecta	Hymenoptera	Platygastridae Platygastrinae Inostema sp	27	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	1
Insecta	Hymenoptera	Cabronidae	28	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	1
		Cabronidae	29					1
Insecta	Hymenoptera	Ceraphronidae	30	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	2
Insecta	Hymenoptera	Mymaridae	31	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	6
Insecta	Hymenoptera	Mymaridae	32	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	2
Insecta	Hymenoptera	Mymaridae	33	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	1
Insecta	Hymenoptera	Mymaridae	34	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	3
Insecta	Hymenoptera	Mymaridae	35	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	1
Insecta	Hymenoptera	Encyrtidae áptero	36	Pequeño	Intermedio	Epiedáfico	Parasitoide	51
Insecta	Hymenoptera	Encyrtidae Copidosoma	37	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	21
Insecta	Hymenoptera	Encyrtidae	38	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	1
Insecta	Hymenoptera	Encyrtidae	39	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	2
Insecta	Hymenoptera	Encyrtidae	40	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	1
Insecta	Hymenoptera	Encyrtidae	41	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	1
Insecta	Hymenoptera	Aphelinidae	42	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	1
Insecta	Hymenoptera	Calcidoidea	43	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	4
Insecta	Hymenoptera	Figitidae	44	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	3
Insecta	Hymenoptera	Eulophidae Tetrastichinae	45	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	1
Insecta	Hymenoptera	Scelionidae Telenominae	46	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	5
Insecta	Hymenoptera	Braconidae Aphidiinae	47	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	2
Insecta	Hymenoptera	Braconidae Microgastrinae	48	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	3
Insecta	Hymenoptera	Signiphoridae	49	Pequeño	Alta	Epiedáfico	Parasitoide	1
Insecta	Hymenoptera	Sphécidae Ammophila sp	50	Grande	Alta	Epiedáfico	Predador	1
Insecta	Hymenoptera	Andrenidae	51	Grande	Alta	Epiedáfico	Herbívoro	1
Insecta	Hymenoptera	Andrenidae	52	Grande	Alta	Epiedáfico	Herbívoro	1
Insecta	Hymenoptera	Megachilidae	53	Grande	Alta	Epiedáfico	Herbívoro	2

Insecta	Hymenoptera	Apoidea	54	Grande	Alta	Epiédáfico	Herbívoro	1
Insecta	Lepidoptera	Noctuidae Spodoptera frugiperda	1	Grande	Alta	Epiédáfico	Herbívoro	5
Insecta	Lepidoptera	Noctuidae Anticarsia gemmatalis	2	Grande	Alta	Epiédáfico	Herbívoro	1
Insecta	Lepidoptera	Noctuidae	3	Grande	Alta	Epiédáfico	Herbívoro	1
Insecta	Lepidoptera	Noctuidae	4	Grande	Alta	Epiédáfico	Herbívoro	1
Insecta	Lepidoptera	Noctuidae	5	Grande	Alta	Epiédáfico	Herbívoro	1
Insecta	Lepidoptera	Noctuidae	6	Grande	Alta	Epiédáfico	Herbívoro	1
Insecta	Neuroptera	Chrysopidae	1	Mediano	Alta	Epiédáfico	Predador	1
Insecta	Orthoptera	Acrididae	1	Grande	Alta	Epiédáfico	Herbívoro	2
Insecta	Orthoptera	Acrididae	2	Grande	Alta	Epiédáfico	Herbívoro	1
Insecta	Psocoptera	Liposcelididae	1	Pequeño	Intermedio	Epiédáfico	Herbívoro	7
Insecta	Psocoptera		2	Pequeño	Intermedio	Epiédáfico	Detritívoro	1
Insecta	Thysanoptera		1	Pequeño	Intermedio	Epiédáfico	Herbívoro	12
Insecta	Thysanoptera		2	Pequeño	Intermedio	Epiédáfico	Herbívoro	48
Insecta	Thysanoptera		3	Pequeño	Intermedio	Epiédáfico	Herbívoro	18
Insecta	Thysanoptera		4	Pequeño	Intermedio	Epiédáfico	Herbívoro	6
Insecta	Thysanoptera		5	Pequeño	Intermedio	Epiédáfico	Herbívoro	21
Insecta	Thysanoptera		6	Pequeño	Intermedio	Epiédáfico	Herbívoro	1
Insecta	Thysanoptera		7	Pequeño	Intermedio	Epiédáfico	Herbívoro	2
Insecta	Thysanoptera		8	Pequeño	Intermedio	Epiédáfico	Herbívoro	1

Tabla A4- Modelos promedio para la abundancia y riqueza de artrópodos pequeños, medianos y grandes en techos verdes de Córdoba. Para cada variable independiente incluida en los modelos promedio se presenta el estimador, el error estándar, el valor de z y el valor de p.

Variable respuesta	Variable independiente	Estimador	Error estándar	Valor de Z	Valor de P	Variable respuesta	Variable independiente	Estimador	Error estándar	Valor de Z	Valor de P
Abundancia						Riqueza					
Tamaño pequeño	Intercept	-3.949	2.983	-1.324	0.185	Tamaño pequeño	Intercept	1.324	0.675	1.961	0.049*
	Porcentaje de verde	3.839	1.498	2.562	0.010 *		Profundidad	1.344	0.535	2.513	0.012 *
	PCA1	0.849	0.242	3.506	0.0004 ***		PCA1	-0.474	0.096	-4.901	9.56e-07 ***
	PCA2	-1.217	0.312	-3.895	9.83e-05 ***		PCA2	-0.467	0.090	-5.152	2.58e-07 ***
	Riego	2.025	0.707	2.863	0.004**		Edad	-0.408	0.244	-1.672	0.094 .
Tamaño medio	Intercept	-3.542	1.231	-2.876	0.004 **	Tamaño medio	Intercept	-2.095	0.737	-2.842	0.004 **
	Profundidad	6.496	1.216	5.341	9.26e-08 ***		Riego	0.957	0.237	4.038	5.38e-05 ***
	Riqueza Vegetal	-2.692	1.160	-2.320	0.020 *		Profundidad	3.524	0.690	5.101	3.38e-07 ***
	PCA2	-0.856	0.192	-4.457	8.32e-06 ***		PCA2	-0.445	0.108	-4.096	4.20e-05 ***
	Riego	2.336	0.4112	5.682	1.33e-08 ***		Riqueza vegetal	-1.219	0.693	-1.757	0.078 .
Tamaño Grande	Intercept	5.062	1.902	2.629	0.008 **	Tamaño Grande	Intercept	0.704	0.938	0.744	0.457
	Porcentaje de verde	-1.360	0.825	1.627	0.103		PCA1	0.161	0.169	0.944	0.345
	Altura	-0.302	0.875	0.341	0.732		PCA2	-0.049	0.105	0.468	0.640
	Área	-0.110	0.350	0.312	0.755		Profundidad	0.504	0.821	0.609	0.542
	Riego	0.089	0.279	0.318	0.750		Porcentaje de verde	-0.029	0.139	0.207	0.836
	Profundidad	0.125	0.589	0.210	0.833						
	PCA2	0.025	0.126	0.202	0.840						

Tabla A5- Modelos promedio para la abundancia y riqueza de artrópodos movilidad baja, intermedia y alta en techos verdes de Córdoba. Se exhiben las variables incluidas en los modelos promedio, y para cada variable se presenta el estimador, el error estándar, el valor de z y el valor de p.

Variable respuesta	Variable independiente	Estimador	Error estándar	Valor de Z	Valor de P	Variable respuesta	Variable independiente	Estimador	Error estándar	Valor de Z	Valor de P
Abundancia						Riqueza					

Movilidad baja	Intercept	2.988	2.384	1.241	0.215	Movilidad baja	Intercept	-1.023	1.316	0.768	0.442
	PCA1	-1.946	0.344	5.537	<2e-16 ***		Porcentaje de verde	0.397	0.615	0.640	0.522
	PCA2	-0.372	0.468	0.788	0.430		PCA1	-0.600	0.112	5.242	2.00e-07 ***
	Edad	-0.392	0.699	0.556	0.578		PCA2	-0.527	0.118	4.358	1.31e-05 ***
	Porcentaje de verde	0.583	1.329	0.435	0.664		Profundidad	1.715	0.617	2.720	0.006 **
	Altura	-0.173	0.720	0.238	0.812		Riqueza Vegetal	-0.132	0.325	0.404	0.686
							Área	0.041	0.132	0.311	0.755
Intermedia	Intercept	0.061	1.399	0.044	0.9646	Intermedia	Intercept	-2.756	1.000	-2.757	0.0058 **
	PCA2	-1.135	0.272	-4.172	3.02e-05 ***		Profundidad	1.979	0.519	3.810	0.0001 ***
	Riego	1.695	0.444	3.812	0.0001***		Riego	1.132	0.245	4.605	4.11e-06 ***
	Profundidad	5.311	1.544	3.439	0.0005 ***		PCA2	-0.710	0.119	-5.961	2.50e-09 ***
	Riqueza Vegetal	-3.384	1.391	-2.433	0.0149 *		Porcentaje de verde	1.022	0.4598	2.223	0.0262 *
Alta	Intercept	0.953	1.447	0.652	0.514	Alta	Intercept	-0.940	1.685	0.551	0.582
	Profundidad	0.572	1.136	0.500	0.617		Profundidad	2.046	1.429	1.413	0.158
	Riqueza vegetal	0.152	0.518	0.292	0.770		PCA2	-0.064	0.160	0.398	0.691
	Área	0.091	0.292	0.308	0.758		Área	0.077	0.259	0.296	0.767
	Riego	0.046	0.207	0.221	0.825						
	PCA1	-0.016	0.090	0.179	0.858						
	PCA2	-0.014	0.092	0.152	0.879						

Tabla A6 - Modelos promedio para la abundancia y riqueza de artrópodos euedáficos, hemiedáficos y epiedáficos en techos verdes de Córdoba. Se exponen las variables incluidas en los modelos promedio, y para cada variable se muestran el estimador, el error estándar, el valor de z y el valor de p.

Variable respuesta	Variable independiente	Estimador	Error estándar	Valor de Z	Valor de P	Variable respuesta	Variable independiente	Estimador	Error estándar	Valor de Z	Valor de P
Abundancia						Riqueza					

Euedáficos	Intercept	0.476	2.787	0.170	0.865	Euedáficos	Intercept	-1.772	1.112	1.560	0.118
	PCA1	-1.328	0.392	3.315	0.0009***		PCA1	-0.355	0.151	2.292	0.021 *
	Edad	-0.483	0.839	0.570	0.568		PCA2	-0.323	0.149	2.122	0.033*
	Porcentaje de verde	0.828	1.272	0.649	0.516		Profundidad	2.196	0.914	2.348	0.018 *
	PCA2	-0.221	0.419	0.525	0.599		Edad	-0.074	0.224	0.325	0.745
	Profundidad	1.174	2.108	0.553	0.580		Porcentaje de verde	0.075	0.246	0.299	0.764
	Altura	-0.211	0.877	0.239	0.810						
	Riego	0.056	0.285	0.196	0.844						
	Riqueza vegetal	-0.116	0.613	0.189	0.850						
	Área	-0.030	0.225	0.135	0.892						
Hemiedáficos	Intercept	3.692	2.464	1.488	0.137	Hemiedáficos	Intercept	-1.163	0.654	-1.776	0.075 .
	PCA1	-1.306	0.315	4.072	4.66e-05 ***		Profundidad	4.071	0.651	6.252	4.06e-10 ***
	PCA2	-0.610	0.427	1.413	0.158		Riego	0.881	0.217	4.046	5.21e-05 ***
	Riego	0.624	0.792	0.780	0.435		PCA2	-0.613	0.112	-5.458	4.82e-08 ***
	Riqueza vegetal	-0.757	1.315	0.573	0.567		Riqueza vegetal	-2.077	0.634	-3.277	0.001 **
	Porcentaje de verde	0.303	1.012	0.297	0.766						
Epiédáficos	Intercept	-2.259	2.429	0.916	0.359	Epiédáficos	Intercept	-0.620	1.419	0.432	0.665
	Área	0.547	0.618	0.882	0.377		Área	0.525	0.369	1.408	0.159
	PCA1	-0.331	0.288	1.142	0.253		PCA1	-0.255	0.199	1.272	0.203
	PCA2	-1.268	0.343	3.656	0.0002***		PCA2	-0.500	0.151	3.239	0.001 **
	Profundidad	1.101	1.307	0.837	0.402		Profundidad	1.249	1.240	1.001	0.316
	Porcentaje de verde	1.417	1.650	0.853	0.393		Riqueza vegetal	0.456	0.664	0.682	0.495
	Riego	0.788	0.835	0.941	0.346		Tierra negra y arena	0.081	0.223	0.361	0.718
	Riqueza vegetal	0.216	0.572	0.376	0.706		Tierra negra	0.020	0.107	0.186	0.852
							Tierra negra y vermiculita	-0.027	0.142	0.190	0.849

Tabla A7 - Modelos promedio para la abundancia y riqueza de artrópodos de diferentes gremios tróficos en techos verdes de Córdoba. Se presentan las variables incluidas en los modelos promedio, y para cada variable se el estimador, el error estándar, el valor de z y el valor de p. TN: tierra negra, AR: arena, VER: vermiculita.

Variable repuesta	Variable independiente	Estimador	Error estándar	Valor de Z	Valor de P	Variable repuesta	Variable independiente	Estimador	Error estándar	Valor de Z	Valor de P
Abundancia						Riqueza					
Detritívoros	Intercept	1.091	3.390	0.032	0.974	Detritívoros	Intercept	-1.250	0.640	1.909	0.0563 .

	% de verde	1.543	1.835	0.838	0.401		PCA2	-0.520	0.111	4.550	5.4e-06 ***
	PCA1	-1.333	0.361	3.630	0.0002***		Profundidad	2.926	0.600	4.769	1.9e-06 ***
	PCA 2	-0.613	0.574	1.063	0.287		TN y AR	-0.141	0.232	0.598	0.549
	Riego	0.825	0.755	1.084	0.278		TN	-0.442	0.196	2.201	0.027*
	Profundidad	0.953	2.222	0.427	0.669		TN y VER	-0.678	0.224	2.958	0.003**
	Riqueza vegetal	-0.642	1.552	0.412	0.680		PCA1	-0.058	0.109	0.530	0.596
							Riego	0.030	0.095	0.319	0.749
							Edad	-0.033	0.127	0.257	0.797
Herbívoros	Intercept	-4.205	3.652	1.141	0.254	Herbívoros	Intercept	-1.802	1.710	1.040	0.298
	% de verde	2.789	2.275	1.217	0.223		Área	0.735	0.435	1.673	0.094.
	PCA 1	-8.542	0.364	2.309	0.020*		PCA1	-0.788	0.181	4.263	2.02e-05 ***
	PCA 2	-1.307	0.478	2.694	0.007**		PCA2	-0.645	0.222	2.851	0.004 **
	Riego	0.734	0.942	0.774	0.438		Profundidad	0.645	0.972	0.659	0.510
	Área	0.716	0.736	0.967	0.333		% de verde	0.694	1.090	0.634	0.526
							Riego	0.135	0.335	0.404	0.686
Predadores	Intercept	1.854	1.273	1.435	0.151	Predadores	Intercept	-1.313	1.744	0.745	0.456
	PCA1	-0.715	0.530	1.333	0.183		PC2	-0.164	0.231	0.704	0.481
	Edad	-0.291	0.714	0.403	0.687		Profundidad	2.250	1.533	1.453	0.146
	PCA2	-0.078	0.263	0.295	0.768		Altura	0.428	0.932	0.456	0.648
							TN y AR	-0.011	0.176	0.064	0.949
							TN	-0.212	0.421	0.502	0.616
							TN y VER	-0.012	0.181	0.065	0.948
							PC1	-0.111	0.204	0.538	0.590
							Edad	-0.181	0.410	0.438	0.661
							Riqueza Vegetal	-0.156	0.569	0.272	0.786
							Riego	-0.038	0.192	0.200	0.841
Parasitoides	Intercept	-9.255	2.596	-3.565	0.0003 ***	Parasitoides	Intercept	-3.678	1.401	2.568	0.010 *
	% de verde	2.880	1.144	2.518	0.0118*		PCA1	0.858	0.243	3.441	0.0005 ***
	Riqueza vegetal	5.237	1.214	4.311	1.63e-05 ***		PCA2	-0.185	0.253	0.729	0.466
	PCA 2	-0.759	0.270	-2.813	0.004 **		Profundidad	3.542	1.208	2.863	0.004 **
	TN y AR	0.221	0.573	0.387	0.698		TN y AR	1.216	0.474	2.506	0.012 *
	TN	-0.817	0.499	-1.636	0.101		TN	-0.166	0.398	0.408	0.683
	TN y VER	-1.227	0.637	-1.926	0.054.		TN y VER	-0.830	0.485	1.673	0.094 .
							Altura	-0.281	0.850	0.327	0.743
Omnívoros	Intercept	-5.797	1.980	2.872	0.004**	Omnívoros	Intercept	-2.468	0.789	-3.125	0.001 **
	PCA2	-1.646	0.284	5.653	< 2e-16 ***		Profundidad	2.532	0.717	3.530	0.0004 ***
	Profundidad	6.448	1.389	4.542	5.6e-06 ***		Riego	0.812	0.196	4.132	3.60e-05 ***
	Riego	1.033	0.459	2.203	0.027 *		PCA2	-0.536	0.123	-4.332	1.48e-05 ***
	Edad	0.099	0.292	0.337	0.735						
	Riqueza Vegetal	-0.249	0.740	0.333	0.739						
	Altura	0.153	0.565	0.268	0.788						
	% de verde	0.153	0.637	0.237	0.812						
	TN y AR	-0.052	0.228	0.228	0.819						
	TN	0.077	0.260	0.296	0.767						
	TN y VER	0.033	0.196	0.166	0.867						

Tabla A8 - Modelos competitivos para los efectos de las variables biofísicas de los techos sobre las comunidades de artrópodos de suelo. Para cada modelo se reportan su valor de AICc, el $\Delta AICc$, y el peso del modelo (weight).

Variable respuesta	Variables independientes	AICc	Delta AICc	Weight
Abundancia total	NDVI+PCA1+PCA2+Riego	658,7	0	1

Riqueza total	PCA1+PCA2+Profundidad	400,45	0	0,3
	Área+ PCA1+PCA2+Profundidad	401,19	0,74	0,21
	Área+Edad+ PCA1+PCA2+Profundidad	401,29	0,85	0,2
	Altura+PCA1+PCA2+Profundidad	401,54	1,09	0,18
	Edad+PCA1+PCA2+Profundidad	402,36	1,91	0,12

Tabla A9 - Modelos competitivos para los efectos de las variables biofísicas de los techos sobre las comunidades de artrópodos de suelo de diferentes categorías de tamaño. Para cada modelo se reportan su valor de AICc, el Δ AICc, y el peso del modelo (weight).

Variable respuesta	Variabes independientes	AICc	Delta AICc	Weight	Variable respuesta	Variabes independientes	AICc	Delta AICc	Weight
Abundancia					Riqueza				
Tamaño pequeño	NDVI+PCA1+PCA2+Riego	614,6	0	1	Tamaño chico	Profundidad+PCA1+PCA2+Edad	347,1	0	1
Tamaño mediano	Prof+Riqveg+PCA2+Riego	231	0	1	Tamaño mediano	Riego+Prof+PCA2+Riqveg	368,2	0	1
Tamaño grande	NDVI	442,9	0	0,3	Tamaño grande	PCA1	276,92	0	0,21
	Altura+NDVI	443,97	1,07	0,18		PCA1+PCA2	277,55	0,64	0,15
	Área+NDVI	444,16	1,26	0,16		Profundidad	277,65	0,74	0,15
	RIEGO	444,65	1,75	0,13		PCA1+Profundidad	278,14	1,22	0,11
	NDVI+Profundidad	444,79	1,9	0,12		PCA2+Profundidad	278,26	1,35	0,11
	NDVI+PCA2	444,84	1,94	0,11		-	278,34	1,42	0,1
						NDVI+PCA1	278,64	1,73	0,09
						PCA1+PCA2+Profundidad	278,91	1,99	0,08

Tabla A10 - Modelos competitivos para los efectos de las variables biofísicas de los techos sobre las comunidades de artrópodos de suelo de diferentes grados de movilidad. Para cada modelo se reportan su valor de AICc, el Δ AICc, y el peso del modelo (weight).

Variable respuesta	Variabes independientes	AICc	Delta AICc	Weight	Variable respuesta	Variabes independientes	AICc	Delta AICc	Weight
Abundancia					Riqueza				
Movilidad baja	PCA1	552,01	0	0,24	Movilidad baja	NDVI+PCA1+PCA2+Prof	270,23	0	0,38

	PCA1+PCA2	552,59	0,59	0,18		PCA1+PCA2+Prof	271	0,77	0,26
	Edad+NDVI+PCA1+PCA2	553,29	1,28	0,13		PCA1+PCA2+Prof+RiqVeg	271,45	1,21	0,21
	Edad+PCA1+PCA2	553,34	1,34	0,12		Área+PCA1+PCA2+Prof	272,1	1,87	0,15
	Edad+PCA1	553,4	1,39	0,12					
	Altura+PCA1	553,54	1,53	0,11					
	NDVI+PCA1+PCA2	553,67	1,66	0,1					
Movilidad intermedia	PCA2+Riego+Prof+RiqVeg	535,8	0	1	Movilidad intermedia	Prof+Riego+PCA2+NDVI	308,6	0	1
Movilidad Alta	-	367,75	0	0,22	Movilidad Alta	Profundidad	303,9	0	0,41
	Profundidad	368,04	0,28	0,19		PCA2+Profundidad	305	1,1	0,24
	Riqueza Vegetal	368,72	0,97	0,13		Área+Profundidad	305,53	1,63	0,18
	Área+Profundidad	369,23	1,48	0,1		-	305,66	1,76	0,17
	Riego	369,27	1,52	0,1					
	PCA1	369,58	1,82	0,09					
	Área	369,6	1,85	0,09					
	PCA2	369,73	1,98	0,08					

Tabla A11 - Modelos competitivos para los efectos de las variables biofísicas de los techos sobre las comunidades de artrópodos de suelo de diferentes hábitats. Para cada modelo se reportan su valor de AICc, el $\Delta AICc$, y el peso del modelo (weight).

Variable respuesta	VARIABLES INDEPENDIENTES	AICc	Delta AICc	Weight	Variable respuesta	VARIABLES INDEPENDIENTES	AICc	Delta AICc	Weight
Abundancia					Riqueza				
Eudáficos	PCA1	442,02	0	0,12	Eudáficos	PCA1+PCA2+Prof	193,72	0	0,56
	Edad+NDVI+PCA1+PCA2	442,19	0,17	0,11		Edad+PCA1+PCA2+Prof	195,53	1,81	0,23

	PCA1+Profundidad	442,31	0,29	0,1		NDVI+PCA1+PCA2+Prof	195,6 3	1,91	0,21
	Altura+PCA1	442,74	0,72	0,08					
	NDVI+PCA1+PCA2	443,05	1,03	0,07					
	Edad+PCA1+Profundidad	443,14	1,12	0,07					
	NDVI+PCA1	443,15	1,13	0,07					
	Edad+PCA1	443,33	1,31	0,06					
	NDVI+PCA1+PCA2+Riego	443,59	1,57	0,06					
	Edad+NDVI+PCA1+Prof	443,6	1,58	0,06					
	Edad+PCA1+Prof+RiqVeg	443,74	1,72	0,05					
	NDVI+PCA1+Prof	443,77	1,75	0,05					
	Área+PCA1	443,88	1,86	0,05					
	PCA1+PCA2	443,97	1,95	0,05					
Hemiedáficos	PCA1+PCA2+Riego+RiqVeg	590,51	0	0,31	Hemiedáficos	Prof+Riego+PCA2+RiqVeg	294,1	0	1
	PCA1+PCA2	560,56	0,05	0,3					
	PCA1	592,13	1,63	0,14					
	PCA1+PCA2+Riego	592,14	1,63	0,14					
	NDVI+PCA1+PCA2+Riego	592,47	1,96	0,12					
Epiedáficos	Área+PCA1+PCA2+Prof	481,88	0	0,34	Epiedáficos	Área+ PCA1+PCA3+Prof	353,3 3	0	0,32
	NDVI+PCA1+PCA2+Riego	483,15	1,27	0,18		Área+ PCA1+PCA3+RiqVeg	354,0 8	0,75	0,22
	NDVI+PCA2+Prof+Riego	483,34	1,46	0,16		PCA1+PCA2+RiqVeg	354,5 3	1,2	0,18
	NDVI+PCA2+Riego	483,36	1,48	0,16		Área+PCA2+Prof+Sustrato	354,9 2	1,59	0,15
	Área+PCA1+PCA2+RiqVeg	483,53	1,66	0,15		Área+PCA2+Profundidad	355,05	1,73	0,14

Tabla A12 - Modelos competitivos para los efectos de las variables biofísicas de los techos sobre las comunidades de artropodos de suelo de diferentes gremios tróficos. Para cada modelo se reportan su valor de AICc, el Δ AICc, y el peso del modelo (weight).

Variable respuesta	Variables independientes	AICc	Delta AICc	Weight	Variable respuesta	Variables independientes	AICc	Delta AICc	Weight
Abundancia					Riqueza				
Detritívoros	NDVI+PCA1+PCA2+Riego	587,42	0	0,45	Detritívoros	PCA2+Prof+Sustrato	266,8	0	0,37
	PCA2	589,12	1,7	0,19		PCA1+PCA2+Prof+Sustrato	267,07	0,27	0,32
	PCA2+Prof+Riego+RiqVeg	589,28	1,86	0,18		PCA2+Prof+Riego+Sustrato	268,3	1,5	0,17
	PCA1+PCA2	589,28	1,87	0,18		Edad+PCA2+Prof+Sustrato	268,75	1,95	0,14

Herbívoros	NDVI+PCA1+PCA2+Riego	424,54	0	0,44	Herbívoros	Área+PCA1+PCA2+Prof	296,76	0	0,39
	Área+NDVI+PCA1+PCA2	425,24	0,7	0,31		Área+PCA1+PCA2	297,85	1,08	0,23
	Área+PCA1+PCA2	425,7	1,16	0,25		Área+NDVI+PCA1+PCA2	298	1,24	0,21
						NDVI+PCA1+PCA2+Riego	298,46	1,7	0,17
Predadores	PCA1	344,2	0	0,38	Predadores	PCA2+Prof	241,251	0	0,06
	Edad+PCA1	345,17	0,97	0,24		Profundidad	241,291	0,04	0,06
	-	345,46	1,27	0,2		Altura+Prof+Sustrato	241,405	0,15	0,06
	PCA1+PCA2	345,78	1,58	0,17		Prof+Sustrato	241,728	0,48	0,05
						PCA1	242,152	0,9	0,04
						Altura+PCA2+Prof	242,236	0,98	0,04
						Altura+PCA2+Prof+Sustrato	242,262	1,01	0,04
						PCA2+Prof+Sustrato	242,272	1,02	0,04
						PCA1+Prof	242,289	1,04	0,04
						Altura+Edad+PCA2+Prof	242,314	1,06	0,04
						Altura+Prof	242,343	1,09	0,04
						PCA1+PCA2+Prof	242,391	1,14	0,03
						PCA1+PCA2	242,529	1,28	0,03
						PCA2+Prof+RiqVeg	242,58	1,33	0,03
						Edad+PCA1+PCA2+Prof	242,65	1,4	0,03
						-	242,67	1,42	0,03
						Altura+Edad+Prof+RiqVeg	242,677	1,43	0,03
						Prof+RiqVeg	242,765	1,51	0,03
						Edad+PCA2+Prof	242,82	1,57	0,03
						PCA1+Prof+Sustrato	242,908	1,66	0,03
						PCA2	242,914	1,66	0,03
						PCA1+PCA2+Prof+Sustrato	242,96	1,71	0,03
						Edad+PCA1+Prof	243,164	1,91	0,02
						Edad+PCA2+Prof+RiqVeg	243,167	1,92	0,02
						Edad+PCA1+PCA2	243,171	1,92	0,02
						Edad+Prof	243,172	1,92	0,02
						Altura+Edad+Prof	243,174	1,92	0,02
						Edad+PCA1+Prof+Riego	243,179	1,93	0,02
						PCA1+Prof+Riego	243,204	1,95	0,02
						Prof+Riego	243,242	1,99	0,02
Parasitoides	NDVI+RiqVeg+PCA2+Sustrato	229	0	1	Parasitoides	PCA1+PCA2+Prof+Sustrato	174,56	0	0,45
						PCA1+Prof+Sustrato	174,96	0,4	0,37
						Altura+PCA1+Prof+Sustrato	176,48	1,91	0,17
Omnívoros	PCA2+Prof+Riego	371,99	0	0,3	Omnívoros	Prof+Riego+PCA2	208,6	0	1
	Edad+PCA2+Prof+Riego	373,18	1,19	0,17					
	PCA2+Prof+Riego+RiqVeg	373,23	1,24	0,16					
	Altura+PCA+Prof+Riego	373,63	1,63	0,13					

	NDVI+PCA2+Prof+Riego	373,79	1,8	0,12				
	PCA2+Prof+Riego+Sustrato	373,99	2	0,11				