



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

*“Biodiversidad de artrópodos en techos verdes de Córdoba:
influencia de variables a escala local y de paisaje”*

Tesinista: Diego Fabián. Firma:

Director: Dra. María Silvina Fenoglio. Firma:

Codirector: Dr. Ezequiel González. Firma:

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

-Córdoba, Septiembre 2018-

“Biodiversidad de insectos en techos verdes de Córdoba: influencia de variables a escala local y de paisaje”

Tribunal Examinador:

Dra. Gisella Bazzano. Firma:

Dr. Hernan Beccacece. Firma:

Dra. Daniela Tamburrini. Firma:

Calificación:

Fecha:

Índice:

| | |
|---------------------------|----|
| Agradecimientos..... | 4 |
| Resumen..... | 5 |
| Introducción..... | 6 |
| Materiales y Métodos..... | 10 |
| Resultados..... | 16 |
| Discusión..... | 27 |
| Bibliografía..... | 31 |
| Anexos..... | 35 |

Agradecimientos

Quiero agradecer en primer lugar a la Universidad Nacional de Córdoba que me brindo la invaluable posibilidad de estudiar y formarme como biólogo. A mi directora, Ma. Silvina Fenoglio, por su paciencia, amabilidad y compañía durante todo el proceso de tesina, desde los muestreos hasta el final de la redacción. A mi codirector Ezequiel González que, con humildad y generosidad, me ayudó y enseñó muchísimo durante las largas horas de lupa analizando las muestras. A mi compañera de tesina Ma. Virginia Sánchez, alias Virchu, por su alegre compañía durante toda la tesina. Entre los cuatro pudimos generar la sinergia necesaria para que nunca falte la buena predisposición, los debates, alegría y música. Sería un placer y un privilegio continuar trabajando con ustedes.

Agradezco a Adriana Salvo por su ayuda en el análisis de los microhimenópteros, a Hernán Beccacece por su colaboración en el análisis de los lepidópteros y a Franco Chiarini por la identificación de los ejemplares vegetales. Al CIEC e IMBIV y a todo el equipo humano que allí trabaja, por la calidez y amabilidad con la que me recibieron y acompañaron durante la tesina. A Nicolás Rocamundi por haberme invitado a presentarme a la convocatoria de este proyecto. Me siento muy afortunado de haber ingresado en un equipo de trabajo tan dinámico, colaborativo e importante para el estudio de la biodiversidad y ecología de Córdoba. A los propietarios de los techos verdes muestreados, que con confianza nos permitieron recabar los datos de los cuales se nutrió este trabajo.

A mi familia por ser el mejor equipo y apoyo que tengo en la vida. A mi mamá y mi papá que nunca escatimaron atención y amor para conmigo y me brindaron siempre seguridad, apoyándose en todo lo que decida hacer. A mis hermanos Santiago, Nicolás e Ignacio, por ser tan hermosos y excelentes personas los tres y a mi perra Nuria por su fiel compañía. Gracias por tanta unión y colaboración, su apoyo fue fundamental para poder hacer mi carrera. Un agradecimiento muy especial a mi compañera Meli, por cuidarme y amarme durante tantos años, aguantando mis locuras y mis diversos estados de ánimo. Gracias por apostar siempre al amor y a los proyectos y sueños en conjunto. A su vez muchas gracias a la Lili que siempre me cuidó y nos apoyó incondicionalmente en todo.

A mis amigos y amigas, tanto los que conocí durante la carrera como a los que me acompañan desde hace años en la vida. Ya sea el amor hacia la naturaleza como la pasión por hacer música, me brindo la buena fortuna de conocer gente linda y compañera con la cual consigo fácilmente ser feliz. Gracias a todos por tanta amistad y efecto.

Finalmente agradezco a la música, que desde la batería, el canto o las canciones me permiten volar y jugar siempre que lo desee, haciendo ligera las cargas y coloridos los días.

Resumen

Debido a los numerosos beneficios ambientales que ofrecen los techos verdes, la implementación de esta tecnología se plantea como una iniciativa para la creación de ciudades sustentables. Sin embargo, se conoce muy poco sobre el funcionamiento ecológico que poseen y su rol como hábitat para especies de artrópodos. Este trabajo evaluó el efecto de características locales de los techos verdes (riqueza y cobertura vegetal, profundidad del sustrato, edad, superficie, altura de los techos) y del paisaje circundante (proporción de cobertura verde) sobre las comunidades de artrópodos. Para llevar a cabo este objetivo, se contabilizó la riqueza de especies y abundancia (total y por gremios tróficos) colectados mediante trampas de agua amarillas en 30 techos verdes de la provincia de Córdoba. Los resultados muestran una diversidad considerable de artrópodos, registrándose una abundancia total de 12.942 individuos, correspondientes a 505 especies de 14 órdenes taxonómicos. En cuanto a los gremios tróficos, se registraron representantes de diferentes grupos tales como fitófagos, predadores, polinizadores, y parasitoides, de los cuales el grupo de los fitófagos fue el que presentó mayor riqueza y abundancia. De las variables locales la única que mostró una relación positiva y significativa tanto para la riqueza de especies como para la abundancia total de artrópodos fue el área de los techos verdes. Para la mayoría de los gremios tróficos el área de los techos también fue un factor relevante, sumado al efecto de otras variables a nivel local (ej. riqueza vegetal, altura de los techos), mientras que la cobertura de verde en el paisaje que resulto significativa sólo para grupos de artrópodos benéficos (parasitoides y predadores). Los resultados de este estudio apoyan lo propuesto por la teoría de la biogeografía de islas y demuestran que es posible considerar a los techos verdes como verdaderos fragmentos de hábitat dentro de la matriz urbana, con potencialidad de preservar la estructura y funcionamiento de las comunidades.

Palabras clave: gremios tróficos, procesos ecológicos, riqueza de especies, techos vivos, urbanización.

Introducción

El cambio en el uso de la tierra por parte del hombre constituye uno de los principales factores de pérdida de biodiversidad a nivel mundial (Vitousek *et al.*, 1997; Sala *et al.*, 2000). La urbanización, definida como el aumento en la proporción de la población humana que vive en las ciudades, representa una de las modificaciones más intensas y duraderas de los sistemas naturales dado que la vegetación ha sido reemplazada en gran parte por superficies oscuras e impermeables, lo que ha llevado a la fragmentación y degradación de los hábitats naturales (Grimm *et al.*, 2000). Estas condiciones han contribuido a la formación de la isla de calor urbano (Oke, 1987), aumentos en los niveles de contaminación atmosférica (Zielinski *et al.*, 2012), un mayor consumo energético e hídrico y en última instancia a la pérdida de biodiversidad de numerosos grupos de organismos (McKinney, 2008).

Una de las soluciones más innovadoras e integradoras para muchos de estos problemas ha sido el desarrollo de techos verdes o vivos (Getter & Rowe, 2006) cuyo fin es transformar las superficies inertes de los techos de casas y edificios en nichos ecológicos capaces de soportar la vida de las especies vegetales y su fauna asociada (Brenneisen, 2006; Oberndorfer *et al.*, 2007). Estos consisten de varias capas adicionales (e.g. drenajes, barreras para raíces, materiales impermeabilizantes), colocadas encima de un techo típico de edificio o vivienda, cuya última capa es el sustrato de crecimiento en el que se desarrollará la vegetación y la fauna colonizadora (Blaustein *et al.*, 2016).

Los beneficios ambientales que los techos verdes proveen en las áreas urbanas incluyen el aumento de la eficiencia energética del edificio, reducción del efecto de “isla de calor”, la retención de aguas pluviales y disminución de la contaminación del aire (Oberndorfer *et al.*, 2007; Li *et al.*, 2014). Sin embargo, uno de los aspectos más interesantes y menos estudiados en la actualidad, es su funcionamiento como sistemas biológicos y su potencial para preservar y/o aumentar la biodiversidad urbana (Blaustein *et al.*, 2016). Si bien en los últimos años ha crecido el número de estudios ecológicos en estos nuevos ambientes (Francis & Lorimer, 2011; MacIvor & Ksiazek, 2015; Blaustein *et al.*, 2016) las evidencias aún no son suficientes para aseverar si tienen un valor significativo en la conservación de la biodiversidad urbana (Williams *et al.*, 2014) y los procesos ecológicos asociados (Lundholm, 2015).

Aunque el elemento más notable de un techo verde es el componente vegetal

que sostienen, los estudios han demostrado que estos hábitats pueden soportar una gran variedad de organismos, incluyendo artrópodos, murciélagos, hongos y aves (revisado por Thuring & Grant, 2016). Los artrópodos y en particular los insectos, representan un componente importante de los ecosistemas terrestres y son responsables de numerosas funciones y servicios para el hombre tales como la polinización, el control biológico de plagas, la descomposición, el ciclado de nutrientes, y la aireación y estabilización del sustrato (Losey & Vaughan, 2006). Debido a que ciertos grupos de artrópodos están amenazados por la urbanización (McKinney, 2008; Martinson & Raupp *et al.*, 2013), y que su presencia en las ciudades puede favorecerse mediante la instalación de nuevos espacios verdes urbanos (New, 2015), resulta relevante evaluar el rol de los techos vivos para la conservación de este grupo de organismos.

Se ha demostrado que la diversidad, composición y abundancia de artrópodos en techos verdes a menudo dependen de factores que actúan tanto a escala local como de paisaje (e.g. Schindler *et al.*, 2011; Madre *et al.*, 2013; Blank *et al.*, 2017). A escala local, los factores de importancia son la diversidad y cobertura vegetal, la profundidad del sustrato, edad del techo, su tamaño y altura, entre otros. Diferentes trabajos han demostrado que una mayor complejidad estructural (techos con estrato arbustivo, herbáceo y de musgos) y diversidad de la vegetación que sostiene el techo resultan en una mayor riqueza y abundancia de artrópodos (Brenneisen, 2003; Cook-Patton & Bauerle, 2012; Madre *et al.*, 2013). Sin embargo, otros autores no han encontrado efectos significativos de la riqueza de plantas ni de la estructura espacial de la vegetación en la diversidad de artrópodos (MacIvor & Lundholm, 2011; Schindler *et al.*, 2011). Por otra parte, factores como la proporción de cobertura vegetal del techo vivo (Schindler *et al.* 2011) y la profundidad de sustrato (Kyro *et al.*, 2018) se han señalado en ocasiones como factores importantes para la riqueza de artrópodos de suelo.

En relación a la edad de los techos verdes, se postula que es una variable local que podría influir positivamente en la diversidad de artrópodos, puesto a que a medida que los sitios perduran en el tiempo, existe una sucesión de la vegetación presente (Valtonen *et al.*, 2007) que puede estar relacionada con una mayor heterogeneidad del hábitat, aumentando así los nichos disponibles para los insectos (Odum, 1969). El área del techo vivo es otro factor importante en la determinación de la riqueza y abundancia de insectos (Berthon, 2015), ya que a medida que aumenta la superficie de un sitio, la riqueza y la abundancia de organismos también aumentan de acuerdo con la relación especies-área (MacArthur & Wilson, 1967; Blank *et al.*, 2017). En relación a la altura de

los techos verdes, se sugiere que este factor sería limitante en la diversidad de insectos (MacIvor, 2016), aunque aún no está claro el mecanismo subyacente. Algunos autores sostienen que las condiciones abióticas extremas típicas del techo (Oberndorfer *et al.*, 2007), tales como estrés por sequía severa, intensidad de luz, viento y temperatura que son exacerbadas en los techos más altos, tal como ocurre con el aumento de la altitud en los sistemas naturales (Lomolino, 2001), actúan como un filtro ambiental impidiendo la supervivencia de los insectos colonizadores (Berthon, 2015). Otros autores simplemente sugieren que la altura de los techos es una limitante física que representa una barrera difícil de superar para algunos insectos, sobre todos para aquellos con escasa movilidad (Madre *et al.*, 2013), y por lo tanto, a mayor altura mayor será la dificultad para la colonización por parte de los insectos.

A escala de paisaje, tanto la conectividad existente entre los techos vivos como la proximidad de los mismos a zonas silvestres o al paisaje rural pueden influir sobre la diversidad de insectos colonizadores (Blank *et al.*, 2017). La teoría de biogeografía de islas predice que la riqueza de especies disminuye al aumentar la distancia a una fuente de colonizadores (MacArthur & Wilson, 1967). A medida que aumenta el nivel de urbanización, el nivel de fragmentación es mayor y por ende la distancia a las fuentes de propágulos se incrementa, disminuyendo la riqueza de especies en los parches de hábitat (McKinney, 2008). Los techos vivos, pueden considerarse como "islas verdes" dentro de una matriz urbana y su grado de aislamiento en relación a otros espacios verdes puede influir sobre la diversidad de insectos (Hennig & Ghazoul, 2011; Schüepp *et al.*, 2014). De acuerdo al trabajo de Braaker *et al.* (2014), la conectividad entre los techos vivos a menudo resulta más importante en determinar la diversidad de insectos que el tamaño de los techos verdes, lo cual sugiere que incluso techos pequeños pueden favorecer la biodiversidad urbana. El intercambio existente entre las comunidades de techos mayormente conectados, las hace más resistentes a sucesos estocásticos y, por lo tanto, dichas comunidades tienen mayores probabilidades de persistencia (Gedge & Kadas, 2005). Estudios ecológicos análogos de diversidad de especies y composición comunitaria a nivel del suelo a lo largo de gradientes urbano-rurales (McDonnell & Hahs, 2008) sugieren que la ubicación de los techos a lo largo de este gradiente también influirá en las comunidades de insectos observadas en los techos verdes (revisado por Blank *et al.*, 2017).

En base a lo expuesto, en el presente estudio se evaluaron las comunidades de insectos en techos verdes localizados en diferentes contextos de urbanización desde

poblados situados en las Sierras Chicas y el Valle de Paravachasca, hacia el centro de la ciudad de Córdoba. El objetivo general del trabajo fue analizar la influencia de variables a escala local y de paisaje sobre la abundancia y riqueza de especies de artrópodos (total y por gremios tróficos) y sobre procesos ecológicos asociados (herbivoría y predación). La relevancia del presente trabajo radica en que la mayoría de los estudios realizados hasta el momento en techos verdes evalúan comunidades de insectos en términos de composición y riqueza de especies, y son muy escasos los que contemplan aspectos funcionales (Ksiazek *et al.*, 2012; Quispe & Fenoglio, 2015; Braaker *et al.*, 2017). Recientemente Braaker *et al.* (2017) demostraron que los techos verdes contribuyen significativamente con el mantenimiento de la diversidad funcional de comunidades de artrópodos pertenecientes a diferentes grupos. Los autores comprobaron que las condiciones ambientales de los techos verdes actúan como un filtro, sosteniendo comunidades de especies de artrópodos con rasgos funcionales relacionados a la dispersión, tolerancia al estrés y requerimiento de recursos, que son diferentes a los observados en comunidades vegetales a nivel de suelo.

Otro aspecto a destacar es que la mayoría de las investigaciones sobre techos verdes se han concentrado en países localizados en el hemisferio norte (Estados Unidos y países de la Unión Europea) principalmente representando regiones templadas (Blank *et al.*, 2013), en tanto que existen escasas publicaciones en ecosistemas secos de regiones cálidas o de baja latitud donde el desempeño y la tecnología de los mismos parecen ser significativamente diferentes (Chen, 2013). Una reciente revisión sobre investigaciones en techos verdes a nivel multidisciplinario indica que la mayoría de los estudios pertenecen a Estados Unidos y Europa, citando sólo dos trabajos para Latinoamérica (Blank *et al.*, 2013). Este trabajo es uno de los primeros trabajos científicos de Argentina en materia de techos verdes que aportará evidencia sobre la biodiversidad de artrópodos en estos ambientes y las variables que modelan la estructura y funcionamiento de las comunidades. En base a lo antedicho se plantean los siguientes objetivos específicos, hipótesis y predicciones.

Objetivos específicos:

- Evaluar el efecto de características locales de los techos verdes (riqueza de especies vegetales, porcentaje de cobertura vegetal, profundidad del sustrato, edad, superficie, altura) y variables a escala de paisaje (proporción de cobertura verde circundante al techo verde) sobre la abundancia y riqueza de especies de

artrópodos (total y por gremio trófico).

- Analizar la influencia de características locales de los techos verdes y variables a escala de paisaje sobre los procesos de herbivoría y predación.

Hipótesis

Factores locales y de paisaje en techos verdes afectan favorablemente la estructura de comunidades de artrópodos, en términos de aumentos en la riqueza y abundancia de especies. Como se mencionó anteriormente, los mecanismos que subyacen a esta hipótesis general se relacionan con las tasas de inmigración, heterogeneidad de nichos, disponibilidad de recursos, existencia de barreras a la dispersión, conectividad del paisaje, etc. Por otra parte, un mayor número de especies e individuos de artrópodos se traduce en aumentos en los procesos en los que éstos se ven involucrados (herbivoría y predación).

Predicciones

Se espera que techos con mayor diversidad y cobertura vegetal, con mayor profundidad del sustrato, más antiguos, de mayor tamaño, menor altura y mayor cobertura verde circundante al techo, presenten una mayor riqueza y abundancia de artrópodos y, consecuentemente, mayores tasas de herbivoría y predación.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio abarcó un total de 30 techos verdes, de los cuales 15 están localizados en el valle de Paravachasca, 8 en las Sierras Chicas y 7 en la ciudad de Córdoba (Fig. 1 y 2). 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 estudiados correspondieron tanto a viviendas familiares como a edificios comerciales a fin de lograr una mayor representatividad de los techos verdes que existen en la ciudad de acuerdo a un reciente relevamiento (Suárez *et al.*, 2016).

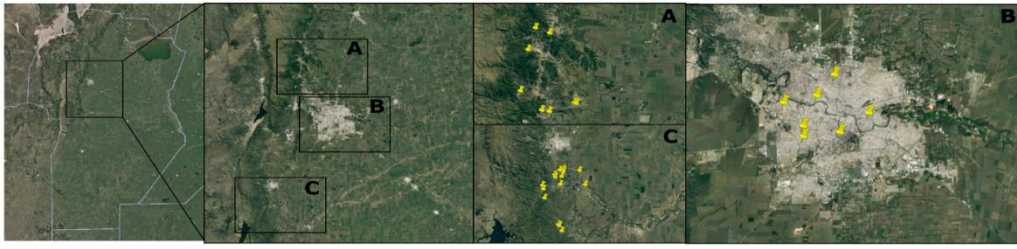


Figura 1. Localización de los techos verdes en las diferentes zonas de estudio A) Sierras Chicas B) Córdoba Capital C) Valle de Paravachasca.



Figura 2. Fotografías de algunos de los techos verdes estudiados. Las imágenes A-C corresponden a techos ubicados en la ciudad de Córdoba, D-F en Sierras Chicas y G-I en Valle de Paravachasca.

Muestreos

La toma de muestras se realizó en 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 favorecen a una mayor cobertura vegetal en los techos. En cada uno de los techos verdes se utilizaron para el muestreo tres recipientes plásticos amarillos (34cm de diámetro, 9,5cm de profundidad, vol. 7 lts), en los que se colocó medio litro de agua y tres gotas de detergente para facilitar la ruptura de la tensión. Estos recipientes (Fig. 3) sirvieron como trampas de agua activas ya que dicho color resulta atractivo para un amplio grupo de artrópodos (Gibb & Hochuli, 2002).



Figura 3. Trampa amarilla para el muestro de artrópodos en techos verdes.

Cada trampa se ubicó, al menos, a 4 m de la siguiente para asegurar que la extensión del área vegetal de cada sitio fuera muestreada equilibradamente. Luego de 48 hs, el contenido de cada trampa fue filtrado y almacenado en recipientes plásticos con alcohol 70% junto al rótulo del sitio de muestreo. Las muestras fueron llevadas a laboratorio, donde se conservaron para su posterior análisis. Al mismo tiempo en cada techo verde se tomaron las variables seleccionadas a nivel local. Las características estructurales cada techo verde, tales como su antigüedad, área, altura, profundidad y tipo de sustrato, se establecieron mediante una entrevista con el dueño del techo. Para evaluar la riqueza de especies de plantas existentes en el techo, se realizó un censo de las especies presentes, recolectando material, el cual fue herborizado y posteriormente identificado (Fig. 4).

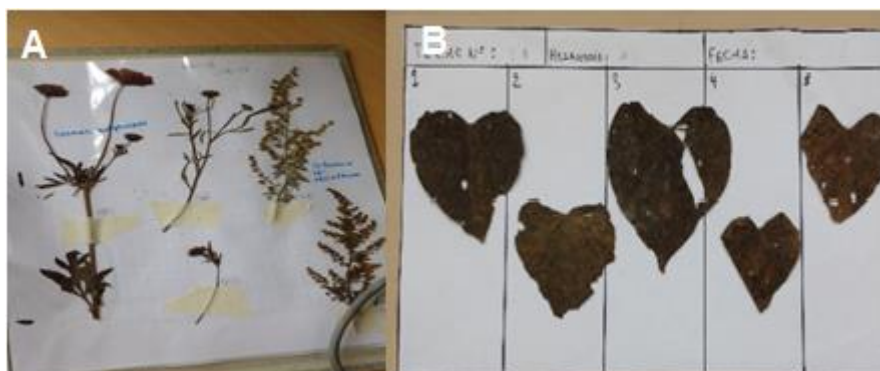


Figura 4. A-Herbario con plantas identificadas en el censo de vegetación; B- hojas herborizadas para determinar el porcentaje de herbivoría mediante el programa ImageJ.

Para estimar la cobertura vegetal presente en el techo verde, se tomaron fotografías utilizando un rectángulo metálico de 25 x 50 cm, realizando tres réplicas al azar en cada techo verde (Fig. 5). A partir de estas fotografías se calculó el porcentaje

de suelo cubierto con vegetación utilizando el programa ImageJ (Schneider *et al.*, 2012). Para definir la proporción de verde a nivel de paisaje, se utilizaron imágenes satelitales Sentinel de 10 m de resolución. 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).



Figura 5. Ejemplo de diferentes porcentajes de cobertura vegetal presentes en los techos verdes.

En cuanto a los procesos ecológicos considerados, se evaluó la herbivoría a la que se ve sometida la comunidad de plantas dicotiledóneas presentes en los techos, para lo cual se colectaron al azar hojas de 15 individuos (5 hojas por individuo) de 15 especies de plantas de este grupo vegetal (Fig. 4-B). En los casos en que el número de especies fue menor al propuesto, se tomaron hojas de varios individuos de las especies dominantes. Las hojas recolectadas fueron herborizadas a fin de determinar a posteriori el porcentaje de daño, utilizando fotografías y el programa ImageJ. Al mismo tiempo, se realizó un muestreo exhaustivo de la comunidad de especies vegetales, recolectando material para su posterior identificación a fin de determinar la riqueza de especies vegetales. La identificación estuvo a cargo el Dr. Franco Chiarini, especialista en Taxonomía, Sistemática y Florística (IMBIV), quién siguió los criterios del Instituto de Botánica Darwinion (IBODA), Missouri Botanical Garden y Flora Argentina.

Para estimar las tasas de predación a la que se ven sometidos los insectos fitófagos, se utilizó la técnica del hospedador centinela artificial, la cual consiste en la utilización de pequeñas larvas modeladas en plastilina y asentadas en pequeñas bases de madera (Fig. 6). Se colocaron 10 larvas a nivel del suelo de cada techo y se las dejó en el sitio por dos días (Lövei & Ferrante, 2017). A través del posterior análisis bajo lupa

se registraron las marcas que estas recibieron, determinando así los posibles intentos de predación (Howe *et al.*, 2009).

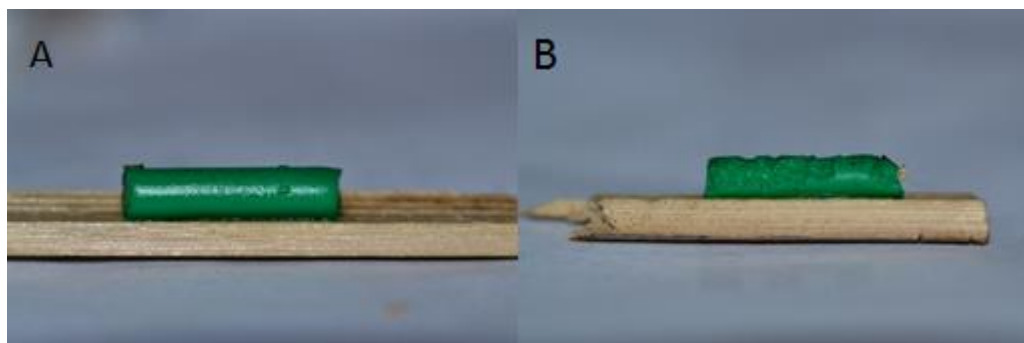


Figura 6. Larvas de plastilina sobre base de madera para análisis de predación. A- Larva sin preñar y B- Larva ya preñada.

Procesamiento de las muestras

Los insectos de cada muestra fueron separados primeramente en órdenes y familias utilizando claves dicotómicas (Triplehorn & Johnson, 2005) y posteriormente en morfoespecies (de aquí en adelante, especies), basándose en características morfológicas (color, forma, tamaño), utilizando una lupa estereoscópica Zeiss Lumi DV4. Adicionalmente, los ejemplares fueron asignados a gremios tróficos según el hábito dominante de la familia a que pertenecen, como: fitófagos / predadores / parasitoides / polinizadores / detritívoros / omnívoros / hematófagos (Triplehorn & Johnson, 2005). Para el caso de grupos en los cuales la larva tiene un rol ecológico distinto al del adulto se les asignó doble rol ecológico (e.g fitófago/polinizador). Con el material identificado se realizaron colecciones de referencia, depositadas en el Centro de Investigaciones Entomológicas de Córdoba. Se decidió trabajar a nivel de morfoespecies debido a la gran diversidad de artrópodos colectada y a la falta de especialistas o claves específicas para la mayoría de los grupos, además del tiempo que esto requeriría (Oliver & Beattie, 1996). Este enfoque es particularmente útil en regiones donde el conocimiento taxonómico es limitado y se ha comprobado que el número de morfoespecies muestra una muy buena correlación con el número de especies identificadas por especialistas de cada grupo (Duelli & Obrist, 1998; Abadie *et al.*, 2008; Obrist *et al.*, 2010).

Variables a analizadas

En base a las muestras recogidas se obtuvieron datos de riqueza y abundancia de especies de artrópodos (total y por gremios tróficos), riqueza de especies de plantas, tasas de herbivoría y predación. Las tasas de herbivoría se estimaron de dos formas: a través del promedio del porcentaje de hojas dañadas por individuo y promedio del porcentaje de lámina foliar consumida. Respecto a las tasas de predación, se calcularon como el número de orugas de plastilina con daño sobre el número total de orugas expuestas.

Análisis de los datos

Para evaluar el efecto de variables a escala local y de paisaje sobre las comunidades de artrópodos se utilizaron Modelos Lineales Generalizados Mixtos (Zuur *et al.*, 2009). Las variables riqueza vegetal, proporción de cobertura vegetal a nivel local, profundidad del sustrato, edad, tamaño y altura del techo 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). Para los modelos con datos de conteo como variable respuesta (abundancia y riqueza de especies total y por gremio), se asumió distribución Poisson de los errores (Zuur *et al.*, 2009). Para los datos de herbivoría se asumió distribución normal de los errores, dado que es la más adecuada para datos de promedios (Zuur *et al.*, 2009). Para corroborar la distribución normal de los errores en los análisis de herbivoría, se realizó la prueba de normalidad de Shapiro Wilks. A su vez, para los análisis de herbivoría se utilizaron los datos de 29 techos debido a que se detectaron problemas con la herborización de las hojas de uno de los techos. Con respecto a la predación se registró una muy escasa proporción de larvas dañadas (valor medio menor al 5%). A raíz de esto se decidió no analizar estadísticamente este proceso dada la alta cantidad de ceros obtenidos. Los gremios tróficos omnívoros y hematófagos no fueron analizados porque estuvieron escasamente representados (Anexo 1).

Todas las variables independientes, a excepción de la cobertura local que varió entre 0 y 1, fueron estandarizadas utilizando transformación logarítmica. La posible colinealidad entre las variables independientes fue evaluada mediante correlaciones de Pearson (Anexo 3). Para la variable cobertura vegetal a nivel de paisaje se decidió

utilizar solamente la medida a escala de 600m para evitar problemas de multicolinealidad en los modelos ya que la correlación entre coberturas verde a distintas escalas (200, 400 y 600m) fue elevada ($r > 0.98$). Por otra parte el radio seleccionado es de una dimensión similar al utilizado por otros estudios que examinan factores de paisaje en poblaciones de abejas y moscas (Braaker *et al.*, 2014; MacIvor, 2016; Berthon, 2015), dos de los grupos con mayor movilidad de los estudiados. En el resto de los casos no se detectó un valor de correlación de $r > 0.70$ (ver Anexo 3), por lo que se decidió incluir en los modelos a todas las demás variables (Dormann *et al.*, 2009). Las interacciones entre pares de variables no fueron incluidas, porque el conjunto de datos no presentó un N suficiente para estimar tales interacciones.

Se partió de la construcción de un modelo máximo que contuvo todas las variables mencionadas. Luego siguiendo el “principio de parsimonia”, el modelo se fue simplificando de acuerdo a los pasos propuestos por Crawley (2007). La significancia de los efectos fijos fue determinada mediante prueba de razón de verosimilitud (“likelihood ratio test”, LRT) utilizando el estadístico χ^2 (Bolker *et al.*, 2009), considerando un nivel de significancia α del 95%. Los análisis se calcularon con el software R 2.13.1 (R Development Core Team, 2011) utilizando el package lme4 (Bates & Sarkar, 2007) para los modelos y el package visreg (Breheny & Burchett, 2013) para las figuras. Este último permite, a través de la construcción de gráficos de residuales parciales, examinar los efectos de cada variable predictora sobre la variable respuesta, manteniendo constante las otras variables independientes (Breheny & Burchett, 2013).

Resultados

Variables a escala local

En relación a la antigüedad de los techos verdes estudiados hubo gran variabilidad, incluyendo techos muy recientes, construidos 5 meses antes del momento del muestreo, y otros más antiguos, contando con 7 años desde su construcción, siendo la mayoría relativamente nuevos (2-3 años, Tabla 1). En cuanto a la altura de los techos, el valor promedio fue de 3.75 m encontrándose la mayoría de los techos próximos a este valor. Solo dos techos presentaron una altura de 8 metros. Con respecto al área el valor promedio fue de 58.3 m², ya que la mayoría se encontró dentro de un rango comprendido entre los 30 y los 60 m².

Con respecto a la cobertura vegetal de los techos, el método de las cuadratas arrojó un valor medio 23% de cobertura por vegetación. El sustrato más comúnmente utilizado (30% de los casos) fue la tierra negra (Fig. 7-A) con una profundidad promedio de 11 cm (Tabla 1). La vegetación original o inicial de la mayoría de los techos (41%) fue césped de tipo comercial como Tifway o grama Bahiana (Fig. 7-B). Sin embargo, al momento del estudio, la mayoría de estos techos no mantenían tal composición ya que el 67% no utiliza riego, indispensable para mantener tales tipos de céspedes

Tabla 1. Principales características observadas en los techos verdes estudiados (Total= 30 techos)

| | Edad (meses) | Profundidad (cm) | Altura máxima al nivel del suelo (m) | Área (m ²) | Cobertura vegetal | Cobertura vegetal paisaje |
|-----------------|-----------------|---------------------|--|------------------------|----------------------|---------------------------------|
| Valor medio | 34.26 | 10.92 | 3.73 | 58.35 | 0.2303 | 81.42 |
| Valor mínimo | 5 | 5 | 2 | 6 | 0.0231 | 16.88 |
| Valor máximo | 84 | 15 | 8 | 400 | 0.6162 | 99.79 |

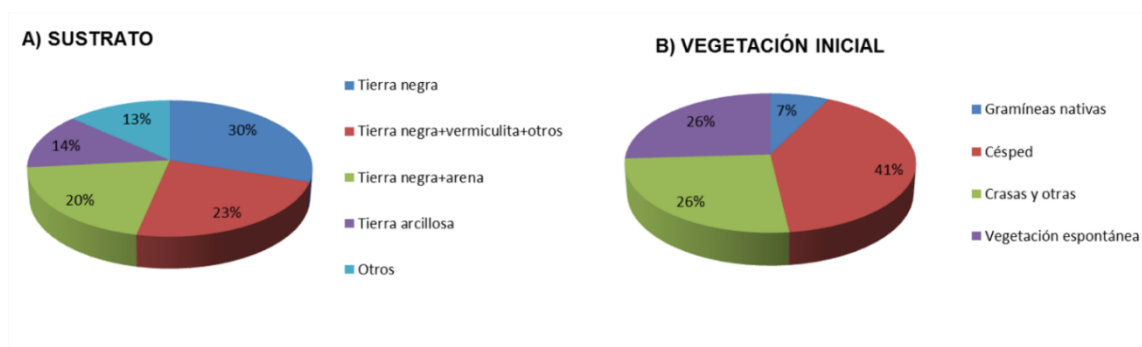


Figura 7. Representación porcentual de techos con diferentes tipos de sustrato y vegetación inicial.

Variables de paisaje

El porcentaje de cobertura de verde alrededor de cada techo, evaluado en un círculo de 600m de radio, fue en promedio de alrededor del 80% (Tabla 1). El techo con menor cobertura de vegetación a su alrededor (17%) estuvo representado por una casa localizada en barrio General Paz, de la ciudad de Córdoba. En tanto, en el extremo opuesto se encontró uno de los techos de la región de Paravachasca que estuvo rodeado casi totalmente por vegetación (99.8%).

Comunidades vegetales

Con respecto a la riqueza vegetal de los techos verdes, se obtuvieron en total 116 especies diferentes, agrupadas en 26 familias taxonómicas (Anexo 2), encontrándose tanto especies nativas como exóticas, herbáceas y renovales de árboles. Las familias más representativas, en términos de riqueza de especies, de la flora de los techos fueron en primer lugar tanto Asteraceae como Poaceae que agruparon 22 especies y luego las Crassulaceae con 21 especies. Sin embargo al analizar las especies vegetales más frecuentes, se observa en primer lugar a *Ipomoea purpurea* (Convolvulaceae), la cual se encontró en 20 techos, luego a *Portulaca sp.* (Portulacaceae) presente en 17 techos y finalmente, *Commelina erecta* (Commelinaceae) presente en 16 techos (Fig. 8). Ninguna de estas tres especies vegetales pertenece a las familias más dominantes, lo cual evidencia un grado de adaptación o la presencia de rasgos favorables para las condiciones de los techos.

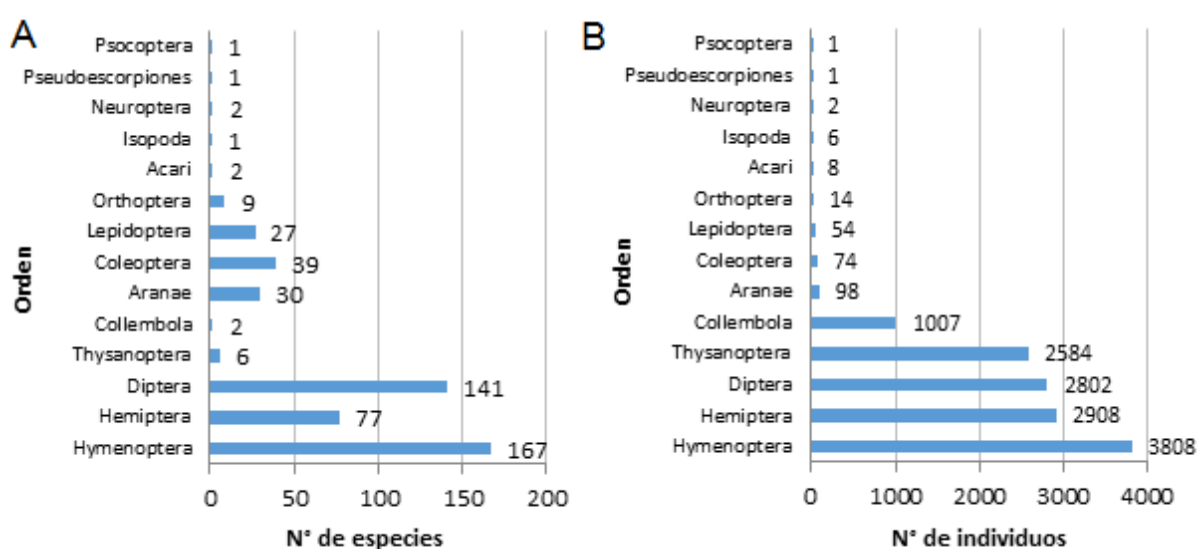


Figura 8. Especies vegetales herbáceas (no gramíneas) de crecimiento espontáneo frecuentemente encontradas en los techos verdes estudiados A) campanita (*Ipomoea purpurea*) B) flor de Santa Lucía (*Commelina erecta*) C) verdolaga (*Portulaca oleracea*).

Comunidades de Artrópodos

A) Aspectos generales

Se observó una gran diversidad de artrópodos presentes en los techos verdes, registrando un total de 506 especies distintas agrupadas en 14 taxones: ocho órdenes de insectos (Hymenóptera, Hemiptera, Díptera, Thysanoptera, Neuroptera, Coleóptera, Lepidóptera, Orthóptera y Psocóptera), tres órdenes de Arachnida (Aranae, Acari y Pseudoescorpiones), los hexápodos Collembola y los crustáceos Isópoda. De todos estos taxones los más abundantes y con mayor riqueza de especies fueron los órdenes Hymenóptera con 3808 individuos y 167 especies, luego Díptera con 2802 individuos y 141 especies y finalmente el orden Hemiptera con 2908 individuos y 77 especies (Fig. 9). El orden Thysanoptera, agrupó a 2585 individuos, aunque este gran número fue acompañado de una riqueza de sólo 6 especies. Algo similar ocurrió con Collembola, ya que se obtuvieron 1007 individuos, pero se reconocieron sólo dos tipos de especies. El resto de los taxones presentaron una abundancia y riqueza muy variable y de poca magnitud a lo largo de los techos estudiados (Fig. 9).



Figuras 9 A- Riqueza de especies de artrópodos por orden taxonómico. B- Abundancia de artrópodos por orden taxonómico

Los individuos más abundantes fueron, en primer lugar una especie de Encyrtidae con 3042 individuos, luego una especie de Dolichopodidae con 1001 individuos y luego los trips (Thysanoptera-morfotipo 2) con 988 individuos. No se encontró en la comunidad de artrópodos, una abundancia significativa de especies de

importancia sanitaria. Los dípteros Muscidae, familia a la cual pertenece la mosca común, aparecieron con muy poca abundancia (6 individuos) al igual que los mosquitos pertenecientes a la familia Culicidae que mostraron baja abundancia (5 individuos). A pesar de no ser el método ideal para su colecta, resulta interesante destacar que no se capturó ningún mosquito de la especie *Aedes aegypti*, principal vector del virus del dengue.

En cuanto la abundancia y riqueza de especies por gremio trófico, se observó que el gremio más abundante y el que presentó mayor riqueza fue el de los fitófagos con 5989 individuos y 149 especies. En segundo lugar estuvo el gremio de los parasitoides con 3589 individuos y 125 especies, y en el tercer puesto se disputan por un lado los detritívoros con 1619 individuos y 59 especies frente a los depredadores que aunque registraron 1556 individuos, agruparon 94 especies diferentes (Fig. 10).

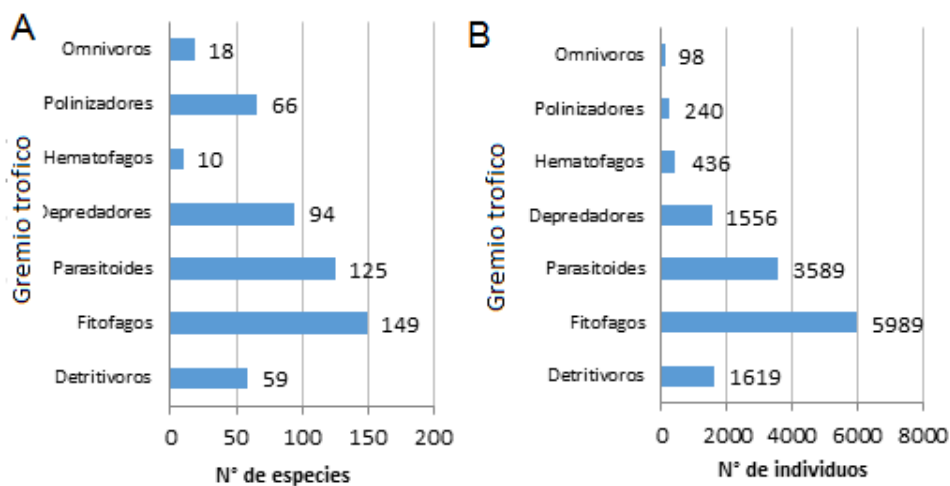


Figura 10. A- Riqueza de especies de artrópodos por gremio trófico. B- Abundancia de artrópodos por gremio trófico.

A) Efectos de las variables locales y de paisaje sobre la riqueza y abundancia total de artrópodos

Con respecto a los efectos que tuvieron cada una de las variables locales y de paisaje en las comunidades de artrópodos, se observó que tanto para la riqueza de especies como para la abundancia total de los mismos, la única variable que mostró una relación significativa y positiva fue el área de los techos verdes (Tabla 2, Fig. 11). El resto de las variables estudiadas no tuvieron un efecto significativo tanto en la riqueza

de especies de artrópodos como en su abundancia por lo que fueron removidas de los modelos (Anexos 4 y 5).

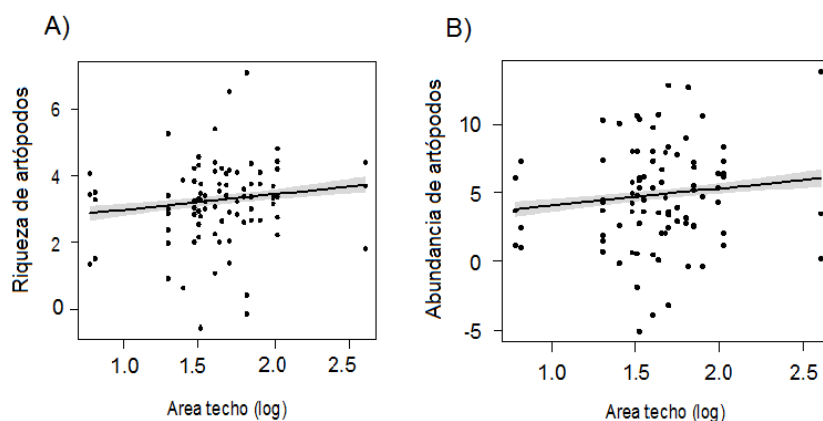


Figura 11. Residuos parciales para la relación entre el área de los techos verdes estudiados y A) la riqueza de especies de artrópodos y B) su abundancia total. Se grafican las líneas de predicción ajustadas por los MLGMs y las bandas de confianza (95%).

B) Efectos de las variables locales y de paisaje sobre la riqueza y abundancia de especies por gremio trófico.

Con respecto a los efectos de variables locales y de paisaje de los techos sobre la riqueza y abundancia de los distintos gremios tróficos que fueron posibles analizar, se observaron relaciones significativas para los fitófagos, predadores y parasitoides. No se observaron efectos significativos de las mismas sobre los detritívoros y polinizadores (Anexo 4 y 5).

El área de los techos influyó positivamente sobre la riqueza de fitófagos, predadores y parasitoides (Tabla 2, Fig. 14-A y D, 15-D). Para la riqueza de fitófagos, se observó además un efecto negativo de la cobertura vegetal a nivel local y de la edad del techo (Tabla 2, Fig. 14-B-C.). La riqueza de predadores, además de ser afectada por el tamaño de los techos, disminuyó significativamente a medida que aumentó la altura media de los techos verdes (Tabla 2, Fig 14-E). En el caso de la riqueza de parasitoides, la misma fue afectada además por otras variables (Tabla 2) tales como la cobertura de verde a escala de paisaje (Figura 15-A), la riqueza de especies vegetales presentes en el techo (Figura 15-B), la profundidad de sustrato (Figura 15-C) y la cobertura vegetal local (Figura 15-E).

En cuanto a la abundancia de las especies, se observaron efectos significativos y positivos del área de los techos sólo sobre los fitófagos y parasitoides (Tabla 3, Fig. 16).

En tanto que la abundancia de predadores aumentó a medida que aumentó la riqueza vegetal en los techos y la cobertura verde a nivel de paisaje (Tabla 3, Fig. 17).

Tabla 2. Resultados de los MLGMs para la riqueza de especies de artrópodos total y de cada gremio trófico, en techos verdes de las viviendas estudiadas. Se muestra para cada caso el estadístico χ^2 y el valor de significancia p asociado. Sólo se muestran los modelos finales obtenidos luego de su simplificación. En los Anexos 4 y 5 se pueden encontrar las variables que fueron removidas de los modelos por no resultar significativas.

| Variable Respuesta | Efectos Fijos | χ^2 | P |
|---------------------|---------------------------------|----------|----------|
| Riqueza de especies | | | |
| Total de artrópodos | Área (log) | 13.144 | <0,0001 |
| Fitófagos | Área (log) | 10.425 | <0,0001 |
| | Cobertura local | 3.6026 | 0,05 |
| | Edad (log) | 3.5039 | 0,06 |
| Detritívoros | Cobertura local | 3.6872 | 0.05 |
| Predadores | Altura media (log) | 4.8688 | 0,02 |
| | Área (log) | 10.838 | <0,0001 |
| Parasitoides | Área (log) | 4.3615 | 0,03 |
| | Cobertura vegetal paisaje (log) | 5.3867 | 0,02 |
| | Cobertura local | 6.4868 | 0,01 |
| | Riqueza vegetal | 10.896 | <0,00009 |
| | Profundidad del sustrato (log) | 5.3661 | 0.02 |

Tabla 3. Resultados de los MLGMs para la abundancia de artrópodos total y de cada gremio trófico, en techos verdes de las viviendas estudiadas. Se muestra para cada caso el estadístico χ^2 y el valor de significancia p asociado. Sólo se muestran los modelos finales obtenidos luego de su simplificación. En los anexos 4 y 5 se pueden encontrar las variables que fueron removidas de los modelos por no resultar significativas.

| Variable Respuesta | Efectos Fijos | χ^2 | P |
|---------------------|---------------------------------|----------|---------|
| Abundancia | | | |
| Total de artrópodos | Área (log) | 15.394 | <0,0001 |
| Fitófagos | Área (log) | 17.057 | <0,0003 |
| | | | |
| Predadores | Riqueza vegetal (log) | 7.322 | 0,007 |
| | Cobertura vegetal paisaje (log) | 6.587 | <0,01 |
| Parasitoides | | 7.2602 | 0,007 |
| | Área (log) | | |

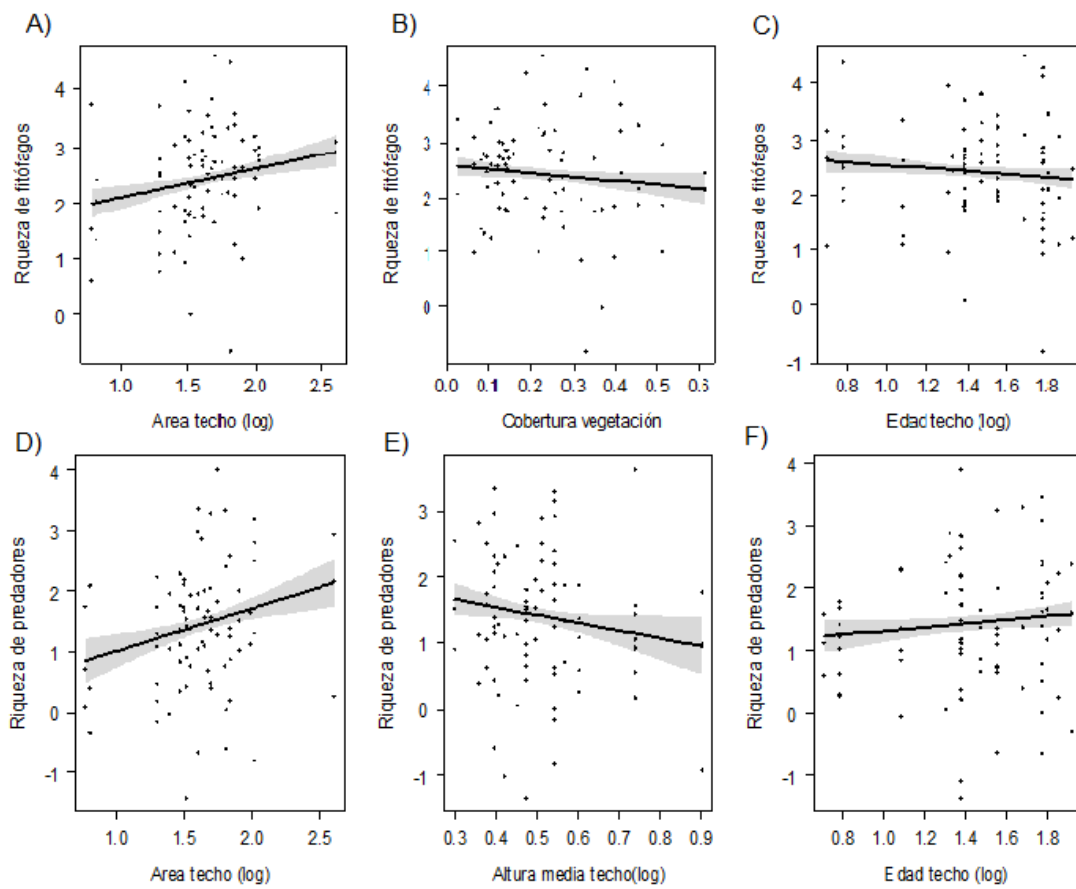


Figura 12. Residuos parciales para las relaciones entre las variables estudiadas de los techos y la riqueza de fitófagos (A, B, C) y predadores (D,E, F). Se grafican las líneas de predicción ajustadas por los MLGMs y las bandas de confianza (95%).

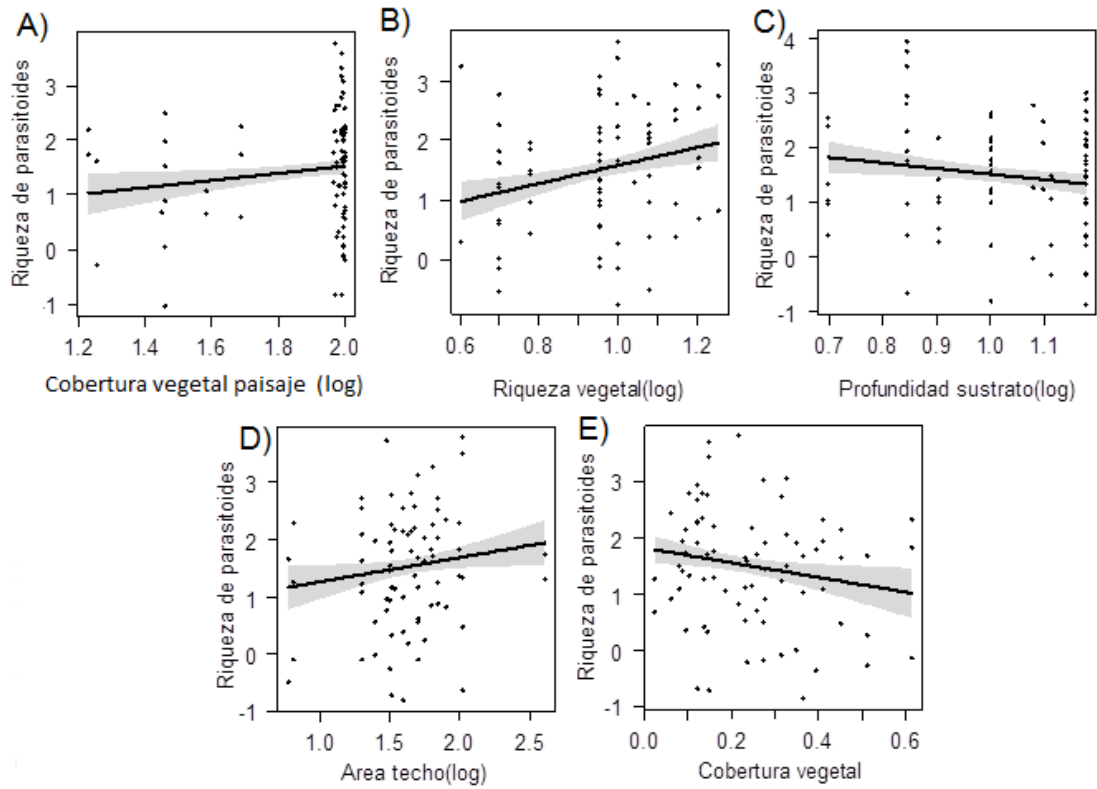


Figura 13. Residuos parciales para las relaciones entre las variables estudiadas de los techos y la riqueza de parasitoides. Se grafican las líneas de predicción ajustadas por los MLGMs y las bandas de confianza (95%).

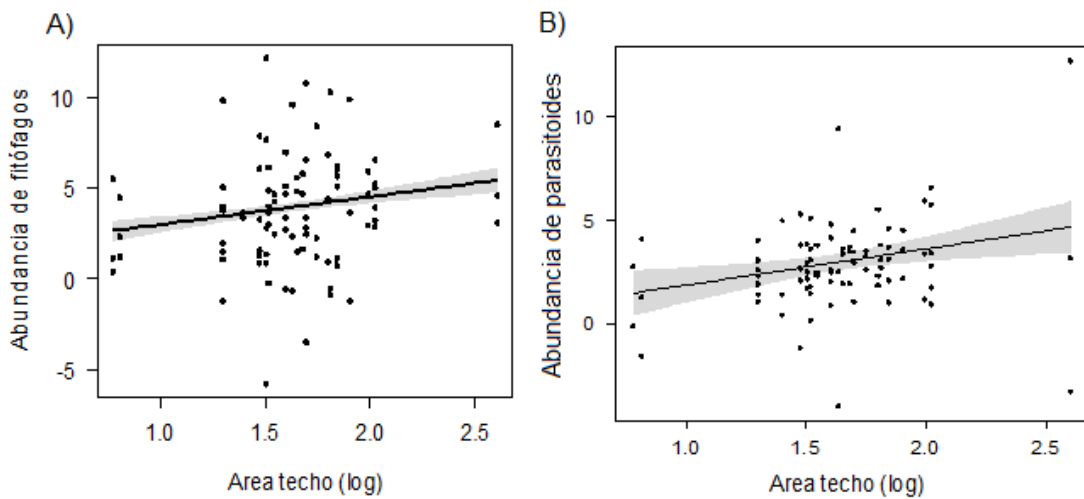


Figura 14. Residuos parciales para las relaciones entre el área de los techos verdes y la abundancia de fitófagos (A) y de parasitoides (B). Se grafican las líneas de predicción ajustadas por los MLGMs y las bandas de confianza (95%).

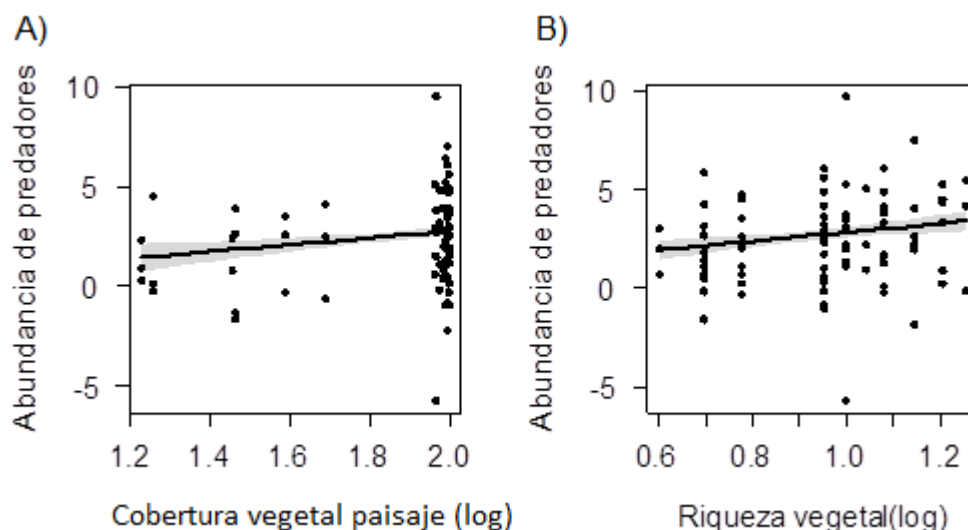


Figura 15. Residuos parciales para las relaciones entre la abundancia de predadores y A) la cobertura vegetal a nivel de paisaje (%) y B) la riqueza vegetal del techo. Se grafican las líneas de predicción ajustadas por los MLGMs y las bandas de confianza (95%).

Herbivoría

El análisis de herbivoría en techos verdes indicó un valor promedio de 3,94% para la proporción de daño por herbivoría y 43% para el porcentaje de hojas con daño. Al analizar la relación entre la proporción de daño por herbivoría y las variables locales y de paisaje del techo verde, se observó que tanto la cobertura vegetal a escala de paisaje, estimada a través del NDVI, como la altura media del techo verde tuvieron una relación significativa y negativa con la proporción de daño por herbivoría (Tabla 4, Fig. 16). En cuanto al porcentaje de hojas con daño se encontró que estuvo relacionado positiva y significativamente con la profundidad del sustrato de crecimiento. El resto de las variables no mostraron relaciones significativas con la herbivoría (Anexo 6)

Tabla 4: Resultados de los MLGMs, para las tasas de herbivoría de los techos verdes de las viviendas muestreadas en relación a las variables locales y de paisaje. Se muestra para cada caso el estadístico χ^2 y el valor de significancia p asociado. En el Anexo 6 se pueden encontrar las variables que fueron removidas de los modelos por no resultar significativas

| Variable Respuesta | Efectos Fijos | χ^2 | P |
|------------------------------|---------------------------------|----------|-------|
| Proporción de daño | Cobertura vegetal paisaje (log) | 5.308 | 0,021 |
| | Altura media (log) | 7.2625 | 0,007 |
| Porcentaje de hojas con daño | Profundidad del sustrato (log) | 4.2345 | 0,039 |

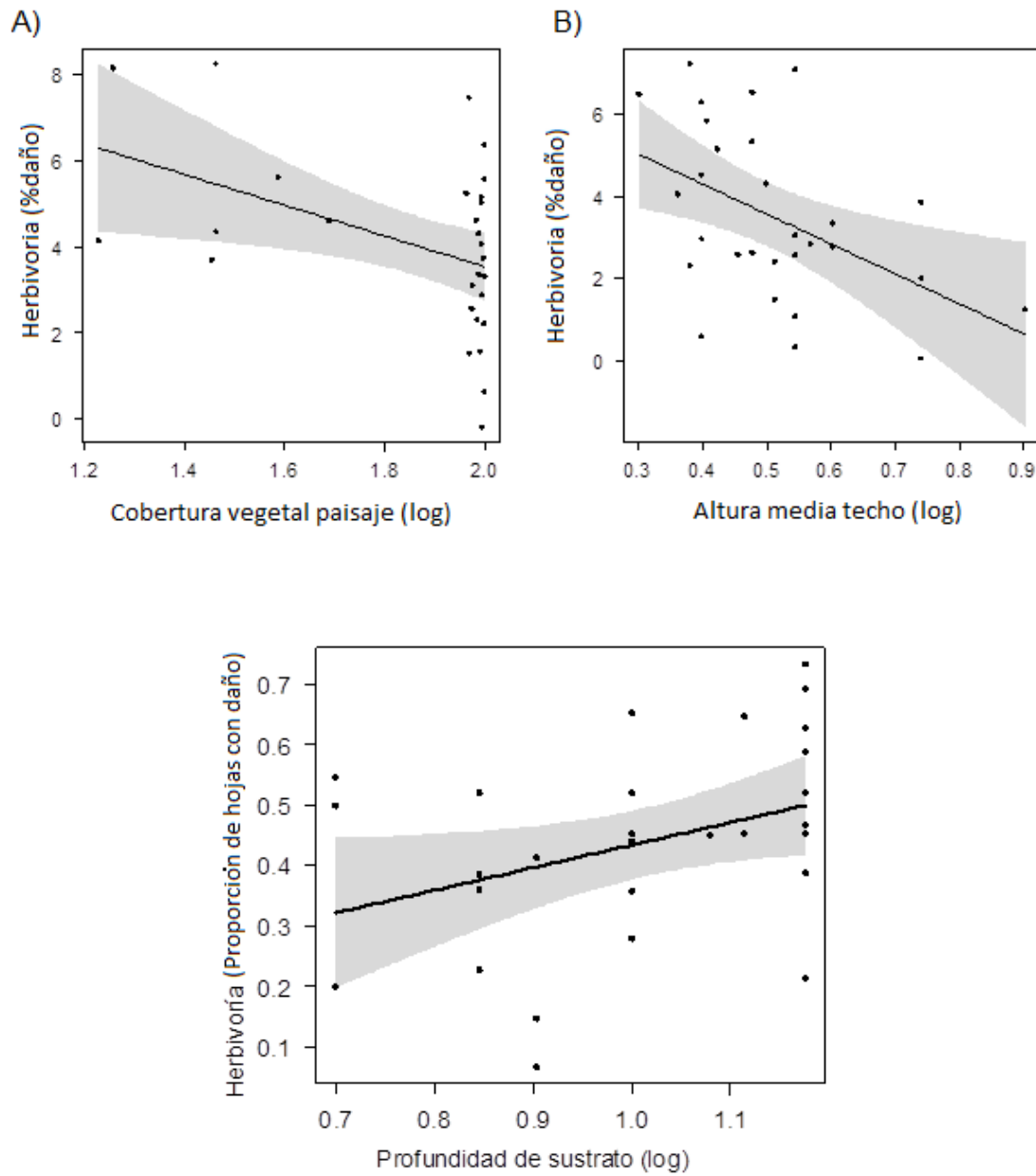


Figura 16. Residuos parciales para las relaciones entre variables locales y de paisaje y la herbivoría estimada como porcentaje de daño por hoja (A y B) y como porcentaje de hojas con daño (C). Se grafican las líneas de predicción ajustadas por los MLGMs y las bandas de confianza (95%)

Discusión

En la actualidad los techos verdes se posicionan como una tecnología novedosa que brinda mucho más que beneficios estéticos y económicos (Oberndorfer *et al.*, 2007). Por ejemplo en términos ecológicos pueden ofrecer hábitat para diferentes especies de organismos vegetales y animales que habitan en las ciudades. Sin embargo, hasta el momento las evidencias en este sentido para ciudades de Latinoamérica son escasas (ej. Cortes Clavijo, 2014). En este estudio, se caracterizaron por primera vez las comunidades de artrópodos presentes en techos verdes de Córdoba y se analizó el efecto de variables locales y de paisaje sobre la riqueza y abundancia de especies. Además se realizó una aproximación funcional, identificando gremios tróficos y cuantificando el proceso de herbivoría. Los resultados encontrados apoyan parcialmente la hipótesis planteada, ya que el área de los techos verdes fue el único factor importante para la riqueza y abundancia total de especies de artrópodos. Para la mayoría de los gremios tróficos el área de los techos también fue un factor relevante, sumado al efecto de otras variables a nivel local (ej. riqueza vegetal, altura de los techos), mientras que la cobertura de verde en el paisaje resultó significativa sólo para grupos de artrópodos benéficos (parasitoides y predadores). La herbivoría, por su parte, respondió a variaciones en la altura y profundidad de los techos a nivel local y a la cobertura verde a nivel de paisaje.

La riqueza de especies de artrópodos total, así como la de fitófagos, parasitoides y predadores aumentó significativamente con el área de los techos. La relación especies-área encontrada coincide con lo predicho por la generalización de la Teoría de Biogeografía de Islas (MacArthur & Wilson, 1963) aplicada a techos verdes (revisado por Blank *et al.*, 2017) que propone que parches de hábitat de mayor tamaño son más ricos en especies porque pueden contener una mayor diversidad de micro-hábitats, o bien porque sostienen poblaciones más grandes que son menos vulnerables a la extinción, o porque tienen una mayor probabilidad de recibir especies colonizadoras que parches más pequeños. Por otra parte, el área de los techos también tuvo un efecto positivo sobre la abundancia total de artrópodos y la abundancia de fitófagos y parasitoides. Estos resultados podrían ser explicados por la hipótesis de concentración de recursos que postula que parches con grandes cantidades de recursos (por ejemplo, mono-cultivos, áreas de alta densidad de plantas o parches grandes) tienen mayores densidades de insectos (Root, 1973; Kareiva, 1983).

Como se mencionó anteriormente, los techos verdes urbanos pueden considerarse como islas verdes inmersas en la matriz urbana, por lo que el nivel de aislamiento de los mismos podría ser otro factor determinante de la diversidad de especies de artrópodos a través de cambios en las tasas de inmigración de las especies (Blank *et al.*, 2017). La relación riqueza de especies-distancia en el contexto de techos verdes puede aplicarse de acuerdo a Blank *et al.* (2017) tanto verticalmente (distancia desde el techo hasta el nivel del suelo) como horizontalmente (distancia de la vivienda a áreas verdes o cantidad de verde en un radio alrededor del techo). En este sentido, en este estudio se encontró dicha relación solamente para grupos de enemigos naturales. Techos de menor altura presentaron una mayor riqueza de predadores, en tanto que techos rodeados por una mayor proporción de verde a 600m tuvieron una mayor riqueza de parasitoides. Este último resultado coincide con lo hallado por Bennet & Gratton (2012) en ambientes urbanos, quienes reportaron que la diversidad de parasitoides fue negativamente afectada por la proporción de superficies impermeables a escala de paisaje, variable que suele estar inversamente correlacionada con la cobertura verde (Lu & Weng, 2006). Muchas especies de parasitoides tienen limitada movilidad (van Nouhuys, 2005), por lo que pueden verse favorecidas por la cercanía a áreas verdes, ya que éstas proporcionan refugio y alimento para las mismas. A diferencia de otros estudios que encontraron efectos negativos de la altura de los techos sobre la abundancia de artrópodos tales como abejas (MacIvor, 2016) y arañas (Madre *et al.*, 2013), aquí no se hallaron efectos de esta variable sobre la abundancia de artrópodos.

Otras variables representativas de los techos vivos, tales como edad, riqueza y cobertura vegetal sólo mostraron relaciones significativas con ciertos grupos de artrópodos. Techos más antiguos presentaron una menor riqueza de fitófagos, lo cual podría estar dado porque a medida que pasa el tiempo las comunidades vegetales en los techos verdes estarían dominadas por especies de plantas más tolerantes al estrés y ruderales (Catalano *et al.*, 2016) y por lo tanto menos palatables para los insectos (Fraser & Grime, 1999), condiciones que no favorecerían el desarrollo de especies de fitófagos.

En relación a la riqueza vegetal de los techos, esta variable sólo fue importante para los enemigos naturales ya que a medida que la riqueza vegetal aumentó también lo hizo la riqueza de parasitoides y la abundancia de predadores. Esto coincide con lo planteado por la hipótesis de los enemigos naturales la cual sostiene que sistemas con mayor diversidad de vegetación promueven el desarrollo y la acción de depredadores y

parasitoides que aquellos sistemas menos diversos y complejos (Root, 1973). Si bien lo predicho bajo esta hipótesis es común de observar en sistemas agrícolas (Landis *et al.*, 2000), raramente ha sido detectado para techos verdes (ej. Braaker *et al.*, 2017). Por su parte, la cobertura vegetal de los techos afectó negativamente la riqueza de fitófagos y de parasitoides. Esto podría ser deberse a un posible efecto de dilución (Otway *et al.*, 2005), que llevaría a que techos con mayor cobertura vegetal presenten un menor número de especies de fitófagos lo cual traería aparejado una menor riqueza de parasitoides. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la cobertura vegetal no estuvo fuertemente asociada a la riqueza vegetal por lo que otros factores asociados a la cobertura vegetal, como por ejemplo la complejidad estructural, podrían estar explicando el patrón encontrado.

Además de la aproximación funcional que se realizó a través de estudio de los gremios tróficos, en este estudio se evaluó el proceso ecológico de herbivoría detectando que el mismo fue afectado tanto por variables locales como de paisaje. El porcentaje de daño en las hojas colectadas disminuyó significativamente con la altura de los techos y con la cobertura de verde a nivel de paisaje, en tanto que el porcentaje de hojas dañadas aumentó con la profundidad del sustrato. En relación a los efectos de la altura, si bien los fitófagos no fueron afectados por esta variable hay que tener en cuenta que la herbivoría evaluada fue principalmente generada por insectos masticadores, en tanto que el grupo que más representó a los fitófagos fue el de los picadores-chupadores, por lo tanto restaría evaluar posibles efectos de la altura sobre herbívoros masticadores exclusivamente. La disminución de la herbivoría en techos rodeados por una mayor cobertura verde se podría explicar a través del aumento de enemigos naturales asociado a esta variable. Por otra parte, se espera que en techos con alta profundidad de sustrato las plantas sean más vigorosas y de mayor tamaño (Dunnett *et al.*, 2008) lo que favorecería la herbivoría, sumado a un efecto “top-down” mediado por la menor riqueza de parasitoides hallada para este tipo de techos.

De acuerdo con la literatura, éste es el primer estudio realizado en Latinoamérica con estas características, utilizando un alto número de réplicas y considerando múltiples factores con potencial influencia sobre las comunidades de artrópodos (Blank *et al.*, 2017). Si bien este trabajo presentó algunas limitaciones, tales como el no identificar taxonómicamente a nivel de especies los ejemplares y que se muestreó sólo en una época del año utilizando un tipo particular de trampa, lo cual podría estar sesgando el espectro de especies de artrópodos capturadas, es valioso por la importante diversidad

de artrópodos hallada. En total se registraron 506 especies correspondientes a 14 órdenes taxonómicos con variados hábitos alimenticios, lo cual representa una nueva evidencia con relación al rol de los techos verdes como proveedores de hábitats para especies de artrópodos en ambientes urbanos. Por otro lado, si bien la técnica del hospedador artificial no permitió cuantificar suficientes intentos de predación se obtuvieron datos valiosos sobre el proceso de herbivoría. La escasa predación observada probablemente refleje baja abundancia de insectos predadores de tamaño grande, aves y roedores, que fueron detectados con este método en ambientes naturales y cultivados cercanos a la región de estudio (Ferrante *et al.*, 2017).

Córdoba es la segunda ciudad más grande de Argentina y no se encuentra exenta de las problemáticas ambientales que usualmente sufren las grandes urbes. Los techos verdes junto a los jardines verticales de a poco comienzan a ser elementos arquitectónicos más frecuentes en la planificación urbana. En la ciudad de Córdoba, en el año 2016 se aprobó una ordenanza que establece la obligatoriedad de la instalación de cubiertas verdes en un gran sector de la ciudad de Córdoba. Sin embargo, la misma no brinda información sobre las características estructurales y biológicas que deben tener los techos. En este sentido, este trabajo aporta valiosos datos que podrían ayudar al diseño y caracterización de techos verdes “biodiversos”, tal como se los conoce en Europa, a aquellos techos cuyo fin es propiciar la vegetación espontánea y la diversidad de organismos asociada (Kadas, 2006). A su vez este trabajo es un nuevo aporte a la ecología urbana, con resultados que pueden servir como puntapié inicial para futuros estudios en techos verdes así como también para todos aquellos actores claves interesados en el desarrollo e implementación de esta tecnología verde en las ciudades.

Bibliografía (con formato de acuerdo a Ecological Entomology)

- Abadie, A., & Imbens, G. W. (2008) On the failure of the bootstrap for matching estimators. *Econometrica*, **76**, 1537-1557.
- Bennett, A.B. and Gratton, C. (2012) Local and landscape scale variables impact parasitoid assemblages across an urbanization gradient. *Landscape and Urban Planning*, **104**, 26–33.
- Berthon, K., Nipperess, D., Davies, P., & Bulbert, M. (2015) Confirmed at last: Green roofs add invertebrate diversity. *State of Australian Cities Conference* Disponible en: <http://apo.org.au/node/63205> (acceso Julio 2017).
- 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**, 911-917.
- 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.
- Blaustein, L., Kadas, G. J., & Gurevitch, J. (2016) Integrating ecology into green roof research. *Israel Journal of Ecology & Evolution*, **62**, 1-6.
- Bolker, B. M., Brooks, M. E., Clark, C. J., Geange, S. W., Poulsen, J. R., Stevens, M. H. H., & White, J. S. S. (2009). Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends in ecology & evolution*, **24**, 127-135.
- Braaker, S., Ghazoul, J., Obrist, M. K., & Moretti, M. (2014) Habitat connectivity shapes urban arthropod communities: the key role of green roofs. *Ecology*, **95**, 1010-1021.
- 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**, 521-531.
- Breheny, P., & Burchett, W. (2013). Visualization of regression models using visreg. *R package*, 1-15.
- Brenneisen, S. (2003) The benefits of biodiversity from green roofs: key design consequences. In *Proceedings of the 1st North American Green Roof Conference*, pp 323-329.
- Brenneisen, S. (2006) Space for urban wildlife: designing green roofs as habitats in Switzerland. *Urban Habitats*, **4**, 27-36.
- Catalano, C., Marcenò, C., Laudicina, V.A., Guarino, R., 2016. Thirty years unmanaged green roofs: ecological research and design implications. *Landscape & Urban Planning*, **149**, 11–19.
- Chen, C. F. (2013) Performance evaluation and development strategies for green roofs in Taiwan: A review. *Ecological Engineering*, **52**, 51-58.
- Cook-Patton, S. C., & Bauerle, T. L. (2012) Potential benefits of plant diversity on vegetated roofs: a literature review. *Journal of Environmental Management*, **106**, 85-92.
- Cortes Clavijo, A.M, 2014. Identificación de plantas de crecimiento espontáneo encontradas en techos de las localidades de Bosa y La Candelaria (Bogotá, Colombia) y su posible uso en diseño de techos verdes. Tesis de Maestría. Pontificia Universidad Javeriana. 42pp
- Crawley, M.J., 2007. *The R Book*. John Wiley & Sons, London.
- Dormann, C. F., McPherson, J. M., Araújo, M. B., Bivand, R., Bolliger, J., Carl, G., ... & Kühn, I. (2007) Methods to account for spatial autocorrelation in the analysis of species distributional data: a review. *Ecography*, **30**, 609-628.

- Duelli, P., & Obrist, M. K. (1998) In search of the best correlates for local organismal biodiversity in cultivated areas. *Biodiversity & Conservation*, **7**, 297-309.
- Dunnett, N., Nagase, A., & Hallam, A. (2008) The dynamics of planted and colonising species on a green roof over six growing seasons 2001–2006: influence of substrate depth. *Urban Ecosystems*, **11**, 373-384.
- Ferrante, M., González, E., & Lövei, G. L. (2017) Predators do not spill over from forest fragments to maize fields in a landscape mosaic in central Argentina. *Ecology and Evolution*, **7**, 7699-7707.
- Francis, R. A., & Lorimer, J. (2011) Urban reconciliation ecology: the potential of living roofs and walls. *Journal of Environmental Management*, **92**, 1429-1437.
- Fraser, L.H. & Grime, J.P (1999) Interacting effects of herbivory and fertility on a synthesized plant community. *Journal of Ecology*, **87**, 514-518.
- Gedge, D., & Kadas, G. (2005) Green roofs and biodiversity. *Biologist*, **52**, 161-169.
- Getter, K. L., & Rowe, D. B. (2006). The role of extensive green roofs in sustainable development. *Hort Science*, **41**, 1276-1285.
- Gibb, H., & Hochuli, D. F. (2002) Habitat fragmentation in an urban environment: large and small fragments support different arthropod assemblages. *Biological Conservation*, **106**, 91-100.
- Grimm, N. B., Grove, J. G., Pickett, S. T., & Redman, C. L. (2000). Integrated approaches to long-term studies of urban ecological systems: Urban ecological systems present multiple challenges to ecologists-Pervasive human impact and extreme heterogeneity of cities, and the need to integrate social and ecological approaches, concepts, and theory. *AIBS Bulletin*, **50**, 571-584.
- Hennig, E. I., & Ghazoul, J. (2011) Plant–pollinator interactions within the urban environment. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, **13**, 137-150.
- Howe, A., Lövei, G. L. & Nachman, G. (2009) Dummy caterpillars as a simple method to assess predation rates on invertebrates in a tropical agroecosystem. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, **131**, 325-329.
- Kareiva, P. M. (1983). Influence of vegetation texture on herbivore populations: resource concentration and herbivore movement. In R. F. Denno and M. S. McClure, editors. *Variable plants and herbivores in natural and managed systems*. Pp 259-289. Academic Press, New York, New York, USA
- Ksiazek, K., Fant, J., & Skogen, K. (2012) An assessment of pollen limitation on Chicago green roofs. *Landscape and Urban Planning*, **107**, 401-408.
- 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.
- Landis DA, Wratten SD, Gurr GA. 2000. Habitat manage- Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, **45**, 175-201.
- Li, D., Bou-Zeid, E., & Oppenheimer, M. (2014). The effectiveness of cool and green roofs as urban heat island mitigation strategies. *Environmental Research Letters*, **9**, 055002.
- Losey, J. E., & Vaughan, M. (2006) The economic value of ecological services provided by insects. *BioScience*, **56**, 311-323.
- Lomolino, M. V. (2001) Elevation gradients of species-density: historical and prospective views. *Global Ecology and Biogeography*, **10**, 3-13.

- Lövei, G. L., & Ferrante, M. (2017) A review of the sentinel prey method as a way of quantifying invertebrate predation under field conditions. *Insect Science*, **24**, 528-542.
- Lu, D., & Weng, Q. (2006). Use of impervious surface in urban land-use classification. *Remote Sensing of Environment*, **102**, 146-160
- Lundholm, J. T. (2015) Green roof plant species diversity improves ecosystem multifunctionality. *Journal of Applied Ecology*, **52**, 726-734.
- 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.
- McDonnell, M. J., & Hahs, A. K. (2008) The use of gradient analysis studies in advancing our understanding of the ecology of urbanizing landscapes: current status and future directions. *Landscape Ecology*, **23**, 1143-1155.
- MacIvor, J. S. (2016) Building height matters: nesting activity of bees and wasps on vegetated roofs. *Israel Journal of Ecology & Evolution*, **62**, 88-96.
- MacIvor, J. S. & Lundholm, J. (2011) Insect species composition and diversity on intensive green roofs and adjacent level-ground habitats. *Urban Ecosystems*, **14**, 225-241.
- MacIvor, J.S. & Ksiazek, K. (2015) Invertebrates on Green Roofs. En: *Green Roof Ecosystems* (ed. by R. Sutton), **14**, 333–355. Springer International Publishing, New York.
- MacArthur, R. H., & Wilson, E. O. (1967) *The theory of island biogeography*. Princeton University Press, Princeton, EE.UU.
- McKinney, M. L. (2008) Effects of urbanization on species richness: a review of plants and animals. *Urban Ecosystems*, **11**, 161-176.
- Martinson, H. M., & Raupp, M. J. (2013) A meta-analysis of the effects of urbanization on ground beetle communities. *Ecosphere*, **4**, 1-24.
- New, T. R. (2015) *Insect conservation in urban environments*. Springer.
- Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Coffman, R. R., Doshi, H., Dunnett, N. & Rowe, B. (2007) Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions, and services. *BioScience*, **57**, 823-833.
- 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.
- Odum, E. P., Odom, H. T. & Howard, T. O. (1969) *Ecology*. Editorial Interamericana. Mexico D.F.
- Oke, T. R., & Cleugh, H. A. (1987) Urban heat storage derived as energy balance residuals. *Boundary-Layer Meteorology*, **39**, 233-245.
- Oliver, I., & Beattie, A. J. (1996). Designing a cost-effective invertebrate survey: a test of methods for rapid assessment of biodiversity. *Ecological Applications*, **6**, 594-607.
- Otway, S. J., Hector, A., & Lawton, J. H. (2005) Resource dilution effects on specialist insect herbivores in a grassland biodiversity experiment. *Journal of Animal Ecology*, **72**, 234-240.
- 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.
- Quispe, I., & Fenoglio, M. S. (2015) Host–parasitoid interactions on urban roofs: an experimental evaluation to determine plant patch colonisation and resource exploitation. *Insect Conservation and Diversity*, **8**, 474-483.

- Root, R. B. (1973) Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleraceae*). *Ecological Monographs* **45**, 95-120.
- Sala, O. E., Chapin, F. S., Armesto, J. J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo R. (2000) Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, **287**, 1770-1774.
- Schindler, B. Y., Griffith, A. B., & Jones, K. N. (2011) Factors influencing arthropod diversity on green roofs. *Cities and the Environment (CATE)*, **4**, 5.
- Schneider, C. A., Rasband, W. S. & Eliceiri, K. W. (2012) NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods*, **9**, 671.
- Schüepf, C., Uzman, D., Herzog, F., & Entling, M. H. (2014) Habitat isolation affects plant–herbivore–enemy interactions on cherry trees. *Biological Control*, **71**, 56-64.
- Suárez, 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*. Ed. EDUCC (Editorial de la Universidad Católica de Córdoba), Córdoba.
- 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.
- Triplehorn, C. A., & Johnson, N. F. (2005) *Introduction to the Study of Insects*. Thomson Brooks/Cole, Belmont, California.
- Valtonen, A., Saarinen, K., & Jantunen, J. (2007) Intersection reservations as habitats for meadow butterflies and diurnal moths: Guidelines for planning and management. *Landscape and Urban Planning*, **79**, 201-209.
- van Nouhuys, S. (2005) Effects of habitat fragmentation at different trophic levels in insect communities. *Annals Zoology Fennici*, **42**, 433–447
- Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J., & Melillo, J. M. (1997) Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, **277**, 494-499.
- Williams, N. S., Lundholm, J. & MacIvor, J. (2014) Do green roofs help urban biodiversity conservation? *Journal of Applied Ecology*, **51**, 1643-1649.
- Zielinski, S., García Collante, M. A., & Vega Paternina, J. C. (2012). Techos verdes: ¿Una herramienta viable para la gestión ambiental en el sector hotelero del Rodadero, Santa Marta?. *Gestión y Ambiente*, **15**.
- 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, EEUU.

Anexo 1 – Lista de especies de artrópodos colectadas en los techos verdes considerados en este estudio. Para cada morfoespecie se indican la clase, orden, familia 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 | Gremio trófico | Σ |
|-----------|------------|---------------|---------|----------------|----------|
| Acari | - | - | 1 | - | 7 |
| Acari | - | - | 2 | - | 1 |
| Arachnida | Araneae | | 1 | Predadores | 33 |
| Arachnida | Araneae | | 3 | Predadores | 5 |
| Arachnida | Araneae | | 5 | Predadores | 4 |
| Arachnida | Araneae | | 6 | Predadores | 1 |
| Arachnida | Araneae | | 7 | Predadores | 3 |
| Arachnida | Araneae | | 9 | Predadores | 1 |
| Arachnida | Araneae | | 10 | Predadores | 4 |
| Arachnida | Araneae | | 11 | Predadores | 5 |
| Arachnida | Araneae | | 12 | Predadores | 3 |
| Arachnida | Araneae | | 14 | Predadores | 1 |
| Arachnida | Araneae | | 16 | Predadores | 2 |
| Arachnida | Araneae | | 17 | Predadores | 3 |
| Arachnida | Araneae | | 18 | Predadores | 2 |
| Arachnida | Araneae | | 19 | Predadores | 3 |
| Arachnida | Araneae | | 24 | Predadores | 2 |
| Arachnida | Araneae | | 26 | Predadores | 3 |
| Arachnida | Araneae | | 27 | Predadores | 3 |
| Arachnida | Araneae | | 41 | Predadores | 5 |
| Arachnida | Araneae | | 42 | Predadores | 3 |
| Arachnida | Araneae | | 46 | Predadores | 1 |
| Arachnida | Araneae | | 47 | Predadores | 1 |
| Arachnida | Araneae | | 48 | Predadores | 2 |
| Arachnida | Araneae | | 49 | Predadores | 1 |
| Arachnida | Araneae | | 50 | Predadores | 1 |
| Arachnida | Araneae | | 51 | Predadores | 1 |
| Arachnida | Araneae | | 52 | Predadores | 1 |
| Arachnida | Araneae | | 54 | Predadores | 1 |
| Arachnida | Araneae | | 12b | Predadores | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Melyridae | 1 | Omnívoros | 2 |
| Insecta | Coleoptera | Chrysomelidae | 2 | Fitófagos | 8 |
| Insecta | Coleoptera | Coccinellidae | 3 | Predadores | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Ptillidae | 11 | Micofagos | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Chrysomelidae | 14 | Fitófagos | 2 |
| Insecta | Coleoptera | Curculionidae | 15 | Fitófagos | 5 |
| Insecta | Coleoptera | Staphylinidae | 16 | Predadores | 2 |
| Insecta | Coleoptera | Chrysomelidae | 17 | Fitófagos | 2 |
| Insecta | Coleoptera | Curculionidae | 18 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Staphylinidae | 19 | Predadores | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Anthicidae | 21 | Omnívoros | 3 |

| | | | | | |
|------------|------------|---------------------|----|------------------------------|-----|
| Insecta | Coleoptera | Chrysomelidae | 27 | Fitófagos | 3 |
| Insecta | Coleoptera | Nitidulidae | 28 | Detritívoros | 4 |
| Insecta | Coleoptera | Chrysomelidae | 29 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Hydrophilidae | 30 | Detritívoros | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Scolytidae | 31 | Xilófagos | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Lathrididae | 32 | Omnívoros | 5 |
| Insecta | Coleoptera | Coccinellidae | 33 | Predadores | 4 |
| Insecta | Coleoptera | Curculionidae | 34 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Carabidae | 35 | Predadores | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Staphylinidae | 37 | Predadores | 3 |
| Insecta | Coleoptera | Elateridae | 38 | Omnívoros | 1 |
| Insecta | Coleoptera | | 39 | | 2 |
| Insecta | Coleoptera | Staphylinidae | 40 | Predadores | 3 |
| Insecta | Coleoptera | Ptilodactylidae | 41 | Omnívoros | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Lathridiidae | 46 | Omnívoros | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Curculionidae | 47 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Chrysomelidae | 58 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Coccinellidae | 64 | Predadores | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Coccinellidae | 65 | Predadores | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Coccinellidae | 66 | Predadores | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Chrysomelidae | 67 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Curculionidae | 68 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Lathrididae | 69 | Omnívoros | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Chrysomelidae | 70 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Staphylinidae | 71 | Predadores | 1 |
| Insecta | Coleoptera | | 72 | | 1 |
| Insecta | Coleoptera | | 73 | | 1 |
| Insecta | Coleoptera | Larva Coccinellidae | | Predadores | 1 |
| Entognatha | Collembola | Sminthuridae | 1 | Detritívoros | 800 |
| Entognatha | Collembola | Entomobryidae | 2 | Detritívoros | 207 |
| Insecta | Diptera | Dolichopodidae | 1 | Predadores | 978 |
| Insecta | Diptera | Dolichopodidae | 2 | Predadores | 40 |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | 3 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | 4 | Parasitoides | 6 |
| Insecta | Diptera | Therevidae | 5 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Diptera | Sarcophagidae | 6 | Detritívoros | 52 |
| Insecta | Diptera | Syrphidae | 7 | Predadores/Poli nizadores | 5 |
| Insecta | Diptera | Cecidomyiidae | 10 | Fitófagos/Preda dores | 47 |
| Insecta | Diptera | Ephydriidae | 11 | Fitófagos | 4 |
| Insecta | Diptera | Cecidomyiidae | 12 | Fitófagos/Preda dores | 3 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | 13 | Detritívoros | 9 |
| Insecta | Diptera | Chloropidae | 14 | Fitófagos | 14 |
| Insecta | Diptera | Ephydriidae | 15 | Fitófagos | 96 |

| | | | | | |
|---------|---------|-----------------|----|----------------------------|-----|
| Insecta | Diptera | | 16 | | 5 |
| Insecta | Diptera | Sarcophagidae | 17 | Detritívoros | 64 |
| Insecta | Diptera | | 18 | | 10 |
| Insecta | Diptera | | 19 | | 1 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | 20 | Detritívoros | 40 |
| Insecta | Diptera | Cecidomyiidae | 21 | Fitófagos/Predadores | 43 |
| Insecta | Diptera | Cecidomyiidae | 22 | Fitófagos/Predadores | 20 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | 23 | Detritívoros | 38 |
| Insecta | Diptera | | 24 | | 2 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | 25 | Detritívoros | 38 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | 26 | Detritívoros | 4 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | 27 | Detritívoros | 18 |
| Insecta | Diptera | | 28 | | 1 |
| Insecta | Diptera | | 30 | | 2 |
| Insecta | Diptera | Phoridae | 31 | Detritívoros | 7 |
| Insecta | Diptera | Phoridae | 32 | Detritívoros | 5 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | 33 | Detritívoros | 14 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | 34 | Detritívoros | 15 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | 35 | Detritívoros | 9 |
| Insecta | Diptera | | 36 | | 1 |
| Insecta | Diptera | | 37 | | 6 |
| Insecta | Diptera | Sciáridae | 38 | Detritívoros | 5 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | 39 | Detritívoros | 3 |
| Insecta | Diptera | Dolichopodidae | 40 | Predadores | 132 |
| Insecta | Diptera | Dolichopodidae | 41 | Predadores | 5 |
| Insecta | Diptera | Stratiomyidae | 42 | Detritívoros | 10 |
| Insecta | Diptera | Empididae | 43 | Predadores | 5 |
| Insecta | Diptera | Ceratopogonidae | 44 | Hematófagos | 3 |
| Insecta | Diptera | Pipunculidae | 45 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Diptera | Psílidae | 48 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Diptera | Ceratopogonidae | 50 | Hematófagos | 411 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | 51 | Detritívoros | 21 |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | 52 | Parasitoides | 3 |
| Insecta | Diptera | Sarcophagidae | 53 | Detritívoros | 8 |
| Insecta | Diptera | Sciáridae | 54 | Detritívoros | 31 |
| Insecta | Diptera | Heleomyzidae | 55 | Detritívoros | 4 |
| Insecta | Diptera | Stratiomyidae | 56 | Detritívoros | 1 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | 57 | Detritívoros | 44 |
| Insecta | Diptera | Sarcophagidae | 58 | Detritívoros | 6 |
| Insecta | Diptera | Ephydriidae | 59 | Fitófagos | 10 |
| Insecta | Diptera | Ephydriidae | 60 | Fitófagos | 11 |
| Insecta | Diptera | Conopidae | 61 | Parasitoides/Polinizadores | 1 |
| Insecta | Diptera | Cecidomyiidae | 62 | Fitófagos/Predadores | 20 |
| Insecta | Diptera | Phoridae | 63 | Detritívoros | 5 |

| | | | | | |
|---------|---------|-----------------|-----|--|----|
| Insecta | Diptera | Phoridae | 64 | Detritívoros | 4 |
| Insecta | Diptera | Ceratopogonidae | 65 | Hematófagos | 3 |
| Insecta | Diptera | Ephydriidae | 66 | Fitófagos | 30 |
| Insecta | Diptera | Chloropidae | 67 | Fitófagos | 11 |
| Insecta | Diptera | Chloropidae | 69 | Fitófagos | 23 |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | 70 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Diptera | Lonchaeidae | 71 | Fitófagos | 5 |
| Insecta | Diptera | | 72 | | 2 |
| Insecta | Diptera | | 73 | | 8 |
| Insecta | Diptera | Ephydriidae | 74 | Fitófagos | 5 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | 75 | Detritívoros | 12 |
| Insecta | Diptera | Chloropidae | 77 | Fitófagos | 5 |
| Insecta | Diptera | Pipunculidae | 79 | Parasitoides | 4 |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | 80 | Parasitoides | 3 |
| Insecta | Diptera | Syrphidae | 81 | Predadores/ Polinizadores | 1 |
| Insecta | Diptera | Sarcophagidae | 83 | Detritívoros | 1 |
| Insecta | Diptera | Empididae | 84 | Predadores | 1 |
| Insecta | Diptera | Stratiomyidae | 85 | Detritívoros Predadores/ Polinizadores | 2 |
| Insecta | Diptera | Syrphidae | 86 | Polinizadores | 1 |
| Insecta | Diptera | Dolichopodidae | 88 | Predadores | 1 |
| Insecta | Diptera | Sarcophagidae | 89 | Detritívoros | 15 |
| Insecta | Diptera | Muscidae | 90 | Detritívoros | 6 |
| Insecta | Diptera | Phoridae | 91 | Detritívoros | 1 |
| Insecta | Diptera | Chamaemyiidae | 92 | Predadores | 5 |
| Insecta | Diptera | Ephydriidae | 93 | Fitófagos | 8 |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | 94 | Parasitoides | 11 |
| Insecta | Diptera | Psychodidae | 95 | Detritívoros | 11 |
| Insecta | Diptera | Dolichopodidae | 96 | Predadores | 1 |
| Insecta | Diptera | Mycetophilidae | 97 | Micófagos | 16 |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | 98 | Parasitoides | 6 |
| Insecta | Diptera | Cecidomyiidae | 99 | Fitófagos/ Predadores | 2 |
| Insecta | Diptera | Stratiomyidae | 100 | Detritívoros | 1 |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | 101 | Parasitoides | 6 |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | 102 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Diptera | Psychodidae | 103 | Detritívoros | 3 |
| Insecta | Diptera | Dolichopodidae | 104 | Predadores | 2 |
| Insecta | Diptera | Sarcophagidae | 105 | Detritívoros | 5 |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | 106 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Diptera | Culicidae | 107 | Hematófagos | 4 |
| Insecta | Diptera | Sciáridae | 108 | Detritívoros | 3 |
| Insecta | Diptera | Thaumaleidae | 109 | Detritívoros | 4 |
| Insecta | Diptera | Calliphoridae | 110 | Polinizadores/ Detritívoros | 3 |
| Insecta | Diptera | | 112 | | 2 |
| Insecta | Diptera | Ceratopogonidae | 114 | Hematófagos | 3 |

| | | | | | |
|---------|---------|-----------------|-----|--------------------------------|----|
| Insecta | Diptera | Tachinidae | 115 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | 117 | Parasitoides | 9 |
| Insecta | Diptera | Psychodidae | 118 | Detritívoros | 13 |
| Insecta | Diptera | Sepsidae | 120 | Detritívoros | 2 |
| Insecta | Diptera | Scatopsidae | 121 | Detritívoros | 3 |
| Insecta | Diptera | | 122 | | 2 |
| Insecta | Diptera | Ceratopogonidae | 123 | Hematófagos | 2 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | 124 | Detritívoros | 1 |
| Insecta | Diptera | Chloropidae | 127 | Fitófagos | 12 |
| Insecta | Diptera | Culicidae | 128 | Hematófagos | 1 |
| Insecta | Diptera | Ceratopogonidae | 131 | Hematófagos | 1 |
| Insecta | Diptera | Dolichopodidae | 133 | Predadores | 1 |
| Insecta | Diptera | Dolichopodidae | 134 | Predadores | 1 |
| Insecta | Diptera | Heleomyzidae | 135 | Detritívoros | 2 |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | 143 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Diptera | Sarcophagidae | 147 | Detritívoros | 1 |
| Insecta | Diptera | Pipunculidae | 153 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Diptera | Culicidae | 154 | Hematófagos | 7 |
| Insecta | Diptera | Calliphoridae | 155 | Polinizadores/D etritívoros | 5 |
| Insecta | Diptera | Mycetophilidae | 156 | Micófagos | 1 |
| Insecta | Diptera | Chironomidae | 159 | Detritívoros | 9 |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | 164 | Parasitoides | 7 |
| Insecta | Diptera | Calliphoridae | 165 | Polinizadores/D etritívoros | 1 |
| Insecta | Diptera | Culicidae | 166 | Hematófagos | 12 |
| Insecta | Diptera | Agromyzidae | 167 | Fitófagos | 2 |
| Insecta | Diptera | Calliphoridae | 168 | Polinizadores/D etritívoros | 1 |
| Insecta | Diptera | Tipulidae | 169 | Detritívoros | 2 |
| Insecta | Diptera | Pipunculidae | 171 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Diptera | Heleomyzidae | 172 | Detritívoros | 1 |
| Insecta | Diptera | Heleomyzidae | 174 | Detritívoros | 1 |
| Insecta | Diptera | Stratiomyidae | 175 | Detritívoros | 1 |
| Insecta | Diptera | | 177 | | 1 |
| Insecta | Diptera | | 178 | | 1 |
| Insecta | Diptera | | 183 | | 1 |
| Insecta | Diptera | Tachinidae | 184 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Diptera | Dolichopodidae | 185 | Predadores | 1 |
| Insecta | Diptera | Dolichopodidae | 186 | Predadores | 1 |
| Insecta | Diptera | Cecidomyiidae | 10b | Fitófagos/Preda dores | 36 |
| Insecta | Diptera | Ephydriidae | 15b | Fitófagos | 4 |
| Insecta | Diptera | Ephydriidae | 53b | Fitófagos | 9 |
| Insecta | Diptera | Chloropidae | 74b | Fitófagos | 4 |

| | | | | | |
|---------|-----------|-----------|---|-----------|-----|
| Insecta | Hemiptera | Lygaeidae | 1 | Fitófagos | 273 |
|---------|-----------|-----------|---|-----------|-----|

| | | | | | |
|---------|-----------|----------------|----|------------|-----|
| Insecta | Hemiptera | Aphididea | 3 | Fitófagos | 41 |
| Insecta | Hemiptera | Aphididea | 4 | Fitófagos | 24 |
| Insecta | Hemiptera | Psyllidae | 5 | Fitófagos | 579 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 6 | Fitófagos | 2 |
| Insecta | Hemiptera | Psyllidae | 7 | Fitófagos | 13 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 8 | Fitófagos | 122 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 9 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Anthocoridae | 10 | Predadores | 6 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 11 | Fitófagos | 6 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 12 | Fitófagos | 52 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 13 | Fitófagos | 9 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 14 | Fitófagos | 8 |
| Insecta | Hemiptera | Fulgoridae | 17 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 18 | Fitófagos | 6 |
| Insecta | Hemiptera | Fulgoridae | 20 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 24 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Miridae | 25 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 26 | Fitófagos | 2 |
| Insecta | Hemiptera | Delphacidae | 27 | Fitófagos | 23 |
| Insecta | Hemiptera | Delphacidae | 30 | Fitófagos | 12 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 31 | Fitófagos | 346 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 32 | Fitófagos | 16 |
| Insecta | Hemiptera | Cercopidae | 33 | Fitófagos | 3 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 35 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Psyllidae | 37 | Fitófagos | 3 |
| Insecta | Hemiptera | Delphacidae | 38 | Fitófagos | 2 |
| Insecta | Hemiptera | Thyreochoridae | 39 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Delphacidae | 40 | Fitófagos | 8 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 44 | Fitófagos | 7 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 45 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 46 | Fitófagos | 4 |
| Insecta | Hemiptera | Reduviidae | 47 | Predadores | 3 |
| Insecta | Hemiptera | Issidae | 50 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Cydnidae | 51 | Fitófagos | 2 |
| Insecta | Hemiptera | Aradidae | 52 | Micófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 53 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Psyllidae | 54 | Fitófagos | 3 |
| Insecta | Hemiptera | Coreidae | 55 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 56 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Cercopidae | 57 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Lygidae | 58 | Fitófagos | 8 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 59 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 60 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 62 | Fitófagos | 2 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 63 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 64 | Fitófagos | 1 |

| | | | | | |
|---------|-----------|--------------------|-----|------------|-----|
| Insecta | Hemiptera | Cocoidae | 69 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Psyllidae | 70 | Fitófagos | 5 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 71 | Fitófagos | 2 |
| Insecta | Hemiptera | | 72 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Psyllidae | 76 | Fitófagos | 2 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 77 | Fitófagos | 2 |
| Insecta | Hemiptera | Geocoridae | 78 | Predadores | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Lygaeidae | 81 | Fitófagos | 3 |
| Insecta | Hemiptera | Psyllidae | 84 | Fitófagos | 2 |
| Insecta | Hemiptera | Flatidae | 85 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 89 | Fitófagos | 11 |
| Insecta | Hemiptera | Psyllidae | 93 | Fitófagos | 2 |
| Insecta | Hemiptera | Cicadellidae | 94 | Fitófagos | 2 |
| Insecta | Hemiptera | Psyllidae | 95 | Fitófagos | 5 |
| Insecta | Hemiptera | Miridae | 96 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Lygaeidae | 97 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Miridae | 98 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Berytidae | 100 | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | | 101 | | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Aphididea | 102 | Fitófagos | 61 |
| Insecta | Hemiptera | | 103 | Fitófagos | 60 |
| Insecta | Hemiptera | Delphacidae | 53b | Fitófagos | 3 |
| Insecta | Hemiptera | Psyllidae | 9b | Fitófagos | 1 |
| Insecta | Hemiptera | ninca cercopidae | 1 | Fitófagos | 2 |
| Insecta | Hemiptera | ninfa 32 | 2 | Fitófagos | 2 |
| Insecta | Hemiptera | ninfa cicadellidae | 3 | Fitófagos | 213 |
| Insecta | Hemiptera | ninfa heteroptera | 4 | Fitófagos | 8 |
| Insecta | Hemiptera | ninfa pentatomidae | 5 | Fitófagos | 4 |
| Insecta | Hemiptera | ninfa reduvidae | 6 | | 1 |
| Insecta | Hemiptera | Aphididae | 7 | | 881 |

| | | | | | |
|---------|-------------|------------------|----|--------------|------|
| Insecta | Hymenoptera | Brachonidae | 1 | Parasitoides | 19 |
| Insecta | Hymenoptera | Encyrtidae | 2 | Parasitoides | 3034 |
| Insecta | Hymenoptera | Eulóphidae | 3 | Parasitoides | 28 |
| Insecta | Hymenoptera | Agaónidae | 4 | Parasitoides | 4 |
| Insecta | Hymenoptera | Mymáridae | 5 | Parasitoides | 3 |
| Insecta | Hymenoptera | Trichogramátidae | 6 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Ceraphronidae | 7 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | 8 | Omnivoros | 24 |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | 9 | Omnivoros | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Platygástridae | 10 | Parasitoides | 3 |
| Insecta | Hymenoptera | Mymáridae | 11 | Parasitoides | 12 |
| Insecta | Hymenoptera | Elásmidae | 12 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Platygástridae | 13 | Parasitoides | 12 |
| Insecta | Hymenoptera | Trichogramátidae | 14 | Parasitoides | 1 |

| | | | | | |
|---------|-------------|----------------|----|----------------------------|----|
| Insecta | Hymenoptera | Eulóphidae | 15 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Halíctidae | 16 | Polinizadores | 8 |
| Insecta | Hymenoptera | Pompilidae | 17 | Parasitoides | 5 |
| Insecta | Hymenoptera | Mymáridae | 18 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Eulóphidae | 19 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | 20 | Parasitoides | 3 |
| Insecta | Hymenoptera | | 23 | | 22 |
| Insecta | Hymenoptera | Scelionidae | 25 | Parasitoides | 3 |
| Insecta | Hymenoptera | Vespidae | 27 | Predadores/Polinizadores | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | 31 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Scólidae | 33 | Parasitoides/polinizadores | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Tiphidae | 35 | Predadores/Polinizadores | 9 |
| Insecta | Hymenoptera | Halictidae | 36 | Polinizadores | 16 |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | 37 | Omnívoros | 32 |
| Insecta | Hymenoptera | Encyrtidae | 41 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Pteromálide | 43 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Anthophoridae | 45 | Polinizadores | 18 |
| Insecta | Hymenoptera | Anthophoridae | 46 | Polinizadores | 14 |
| Insecta | Hymenoptera | Sphécidae | 47 | Predadores/Polinizadores | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Figítidae | 48 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Pompilidae | 50 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Tiphidae | 51 | Predadores/Polinizadores | 5 |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | 52 | Omnívoros | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Encyrtidae | 53 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Encyrtidae | 54 | Parasitoides | 3 |
| Insecta | Hymenoptera | Scelionidae | 55 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Eurytomidae | 56 | Parasitoides/fitófagos | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Ceraphronidae | 61 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Halíctidae | 66 | Polinizadores | 41 |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | 67 | Omnívoros | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | | 68 | | 4 |
| Insecta | Hymenoptera | Ceraphronidae | 69 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Encyrtidae | 70 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Scelionidae | 71 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Platygastridae | 72 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Mymaridae | 75 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Mymaridae | 79 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Figítidae | 84 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Chalcididae | 87 | Parasitoides | 3 |
| Insecta | Hymenoptera | Agaonidae | 89 | Parasitoides/Polinizadores | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Encyrtidae | 90 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Encyrtidae | 91 | Parasitoides | 1 |

| | | | | | |
|---------|-------------|----------------|-----|--------------------------------|----|
| Insecta | Hymenoptera | Sceliónidae | 92 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Sceliónidae | 93 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Eulópidae | 95 | Parasitoides | 3 |
| Insecta | Hymenoptera | Pelecínidae | 96 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Pompilidae | 97 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Mymaridae | 98 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Ceraphronidae | 99 | Parasitoides | 5 |
| Insecta | Hymenoptera | Pteromálide | 100 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Mymaridae | 101 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | | 102 | | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Pompilidae | 103 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Tiphidae | 105 | Parasitoides/ Polinizadores | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | | 106 | | 14 |
| Insecta | Hymenoptera | Platygástridae | 107 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Véspidae | 108 | Predadores/ Polinizadores | 3 |
| Insecta | Hymenoptera | Sphecidae | 116 | Predadores/ Polinizadores | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Halíctidae | 117 | Polinizadores | 5 |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | 118 | Omnívoros | 15 |
| Insecta | Hymenoptera | Sceliónidae | 121 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Véspidae | 122 | Predadores/ Polinizadores | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Véspidae | 123 | Predadores/ Polinizadores | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Sphecidae | 124 | Predadores/ Polinizadores | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Halíctidae | 125 | Polinizadores | 4 |
| Insecta | Hymenoptera | | 126 | | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Véspidae | 127 | Predadores/ Polinizadores | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Pompilidae | 128 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Sphecidae | 129 | Predadores/ Polinizadores | 3 |
| Insecta | Hymenoptera | Apidae | 130 | Polinizadores | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Véspidae | 131 | Predadores/ Polinizadores | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumónidae | 132 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | 133 | Omnívoros | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Apidae | 134 | Polinizadores | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Véspidae | 135 | Predadores/ Polinizadores | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Véspidae | 136 | Predadores/ Polinizadores | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Pompilidae | 137 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | | 138 | | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | | 139 | | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | | 140 | | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Pompilidae | 141 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | | 142 | | 2 |

| | | | | | |
|---------|-------------|------------------|-----|---|---|
| Insecta | Hymenoptera | | 143 | | 5 |
| Insecta | Hymenoptera | | 144 | | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | 149 | Omnívoros | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Halíctidae | 150 | Polinizadores | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Apidae | 157 | Polinizadores | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | | 159 | | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | 164 | Omnívoros | 3 |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae | 172 | Omnívoros | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumónidae | 174 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | | 186 | | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | | 190 | | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | | 191 | | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | | 193 | | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | | 196 | | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | | 197 | | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | | 199 | | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | | 200 | | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | | 201 | | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Halíctidae | 202 | Polinizadores Predadores/Poli nizadores | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Véspidae | 203 | | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | | 204 | | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | | 205 | | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | | 206 | Predadores/Poli nizadores | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | | 207 | | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | | 208 | | 5 |
| Insecta | Hymenoptera | Diapriidae | 209 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Mymaridae | 210 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Mymaridae | 211 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Mymaridae | 212 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Scelio | 213 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Perilampidae | 214 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Apoideo | 215 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Scelionidae sp2 | 216 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Scelionidae | 217 | Parasitoides | 3 |
| Insecta | Hymenoptera | Braconidae | 218 | Parasitoides | 3 |
| Insecta | Hymenoptera | Aphaereta | 219 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Figitidae | 220 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Braconidae | 221 | Parasitoides | 3 |
| Insecta | Hymenoptera | Mymaridae | 222 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Ichneumonidae | 223 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Elachertus | 224 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Platygastridae | 225 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Pentapria sp | 226 | Parasitoides | 3 |
| Insecta | Hymenoptera | Formicidae alado | 227 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Mymaridae | 228 | Parasitoides | 1 |

| | | | | | |
|-----------|-------------|------------------|-----|--------------------------|---|
| Insecta | Hymenoptera | Mymaridae | 229 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Mymaridae | 230 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Capidosoma | 231 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Eulophidae | 232 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Encyrtidae | 233 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Encyrtidae | 234 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Polynema sp1 | 235 | Parasitoides | 3 |
| Insecta | Hymenoptera | Polynema sp1 | 236 | Parasitoides | 3 |
| Insecta | Hymenoptera | Eulophidae | 237 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Copidosoma | 238 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Bethylidae | 239 | Parasitoides | 4 |
| Insecta | Hymenoptera | Eupelmidae | 240 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Megaspilidae | 241 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Ceraphronidae | 242 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | Trichogramátidae | 243 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Trichogramma | 244 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Elasmidae | 245 | Parasitoides | 3 |
| Insecta | Hymenoptera | Braconidae | 246 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Braconidae | 247 | Parasitoides | 3 |
| Insecta | Hymenoptera | Encyrtidae | 248 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Encyrtidae | 249 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | | 262 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | | 263 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | | 264 | Parasitoides | 2 |
| Insecta | Hymenoptera | | 272 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Hymenoptera | Eulophidae | | Parasitoides | |
| Crustacea | Isopoda | | 1 | Detritivoros | 6 |
| Insecta | Lepidóptera | Larva | | Fitofagos | 1 |
| Insecta | Lepidóptera | | 1 | Fitofagos/Polini zadores | 6 |
| Insecta | Lepidóptera | | 2 | Fitofagos/Polini zadores | 3 |
| Insecta | Lepidóptera | | 3 | Fitofagos/Polini zadores | 1 |
| Insecta | Lepidóptera | Noctuide | 4 | Fitofagos/Polini zadores | 2 |
| Insecta | Lepidóptera | Noctuide | 7 | Fitofagos/Polini zadores | 3 |
| Insecta | Lepidóptera | | 8 | Fitofagos/Polini zadores | 9 |
| Insecta | Lepidóptera | | 9 | Fitofagos/Polini zadores | 2 |
| Insecta | Lepidóptera | | 11 | Fitofagos/Polini zadores | 1 |
| Insecta | Lepidóptera | | 12 | Fitofagos/Polini zadores | 2 |
| Insecta | Lepidóptera | | 13 | Fitofagos/Polini zadores | 1 |
| Insecta | Lepidóptera | | 14 | Fitofagos/Polini zadores | 1 |
| Insecta | Lepidóptera | | 15 | Fitofagos/Polini | 1 |

| | | | | | |
|---------------------|--------------|--------------------|-------|--------------------------|-----|
| | | | | zadores | |
| Insecta | Lepidóptera | | 16 | Fitofagos/Polini zadores | 1 |
| Insecta | Lepidóptera | | 17 | Fitofagos/Polini zadores | 1 |
| Insecta | Lepidóptera | Erebidae | 19 | Fitofagos/Polini zadores | 1 |
| Insecta | Lepidóptera | Pyralidae | 21 | Fitofagos/Polini zadores | 1 |
| Insecta | Lepidóptera | | 24 | Fitofagos/Polini zadores | 1 |
| Insecta | Lepidóptera | | 28 | Fitofagos/Polini zadores | 1 |
| Insecta | | | 31 | Fitofagos/Polini zadores | 1 |
| Insecta | | Herperiidae | 35 | Fitofagos/Polini zadores | 4 |
| Insecta | | | 36 | Fitofagos/Polini zadores | 2 |
| Insecta | | | 37 | Fitofagos/Polini zadores | 1 |
| Insecta | | | 39 | Fitofagos/Polini zadores | 1 |
| Insecta | | | 41 | Fitofagos/Polini zadores | 1 |
| Insecta | | | 8 bis | Fitofagos/Polini zadores | 3 |
| Insecta | Neuróptera | Larva neuroptera | 3 | Predadores | 1 |
| Insecta | Neuróptera | Ascalaphidae | 1 | Predadores | 1 |
| Insecta | Neuróptera | Mantyspidae | 2 | Parasitoides | 1 |
| Insecta | Orthoptera | Ninfa Acrididae | | Fitofagos | 6 |
| Insecta | Orthoptera | Ninfa Gryllidae | | Omnivoros | 1 |
| Insecta | Orthoptera | Ninfa Tettigonidae | | Predadores | 1 |
| Insecta | Orthoptera | Acrididae | 12 | Fitofagos | 1 |
| Insecta | Orthoptera | Acrididae | 13 | Fitofagos | 1 |
| Insecta | Orthoptera | Acrididae | 18 | Fitofagos | 1 |
| Insecta | Orthoptera | Tettigonidae | 28 | Predadores | 1 |
| Insecta | Orthoptera | Tettigonidae | 29 | Predadores | 1 |
| Insecta | Orthoptera | Acrididae | 30 | Fitofagos | 1 |
| Pseudoescorpionidae | | | | Predadores | 1 |
| Insecta | Psocoptera | | 2 | Detritívoros | 1 |
| Insecta | Thysanoptera | | 1 | Fitofagos | 921 |
| Insecta | Thysanoptera | | 2 | Fitofagos | 988 |
| Insecta | Thysanoptera | | 3 | Fitofagos | 570 |
| Insecta | Thysanoptera | | 4 | Fitofagos | 24 |
| Insecta | Thysanoptera | | 5 | Fitofagos | 41 |
| Insecta | Thysanoptera | | 6 | Fitofagos | 5 |

Anexo 2- Lista de especies vegetales colectadas en los techos verdes consideradas en el estudio.

| Familia | Especie |
|----------------|-----------------------------------|
| Acanthaceae | <i>Dicliptera squarrosa</i> |
| Agavaceae | <i>Chlorophytum comosum</i> |
| Aizoáceae | <i>Aptemia cordifolia</i> |
| Aizoáceae | <i>Lampranthus multiradiatus</i> |
| Amaranthaceae | <i>chenopodium album (quinoa)</i> |
| Amaranthaceae | <i>Chenopodium carinata</i> |
| Amaranthaceae | <i>Dysphania carinata</i> |
| Amaranthaceae | <i>Gomphrena pulchella</i> |
| Amarilidácea | <i>Allium amperoprasum</i> |
| Amarilidácea | <i>Allium triquetrum</i> |
| Amarilidácea | <i>Tulbaghia violacea</i> |
| Amarillidaceae | <i>Nothoscordum arenarium</i> |
| Arecaceae | <i>Sp 12 tipo palmera</i> |
| Asteraceae | <i>Achyrocline sp.</i> |
| Asteraceae | <i>Artemisa annua</i> |
| Asteraceae | <i>Bidens pilosa</i> |
| Asteraceae | <i>Bidens sp.</i> |
| Asteraceae | <i>Bidens subalternans</i> |
| Asteraceae | <i>Chrysanthemum indicum</i> |
| Asteraceae | <i>Conyza blakei</i> |
| Asteraceae | <i>Conyza sp.</i> |
| Asteraceae | <i>Galinsoga parviflora</i> |
| Asteraceae | <i>Heterosperma</i> |
| Asteraceae | <i>Heterosperma ovatifolium</i> |
| Asteraceae | <i>Hysterionica jasionoides</i> |
| Asteraceae | <i>Hypochaeris radicata</i> |
| Asteraceae | <i>Laennecia sophiifolia</i> |
| Asteraceae | <i>Parthenium hysterophorus</i> |
| Asteraceae | <i>Schkuhria pinnata</i> |
| Asteraceae | <i>Sonchus</i> |
| Asteraceae | <i>Tagetes sp.</i> |
| Asteraceae | <i>Taraxacum sp-</i> |
| Asteraceae | <i>Taraxacum officinalis</i> |
| Asteraceae | <i>Zinnia peruviana</i> |
| Basellaceae | <i>Anredera cordifolia</i> |
| Brassicaceae | <i>Brassica rapa</i> |
| Commelinaceae | <i>Commelina erecta</i> |
| Convolvuláceae | <i>Dichondra sp.</i> |
| Convolvuláceae | <i>Ipomea nil</i> |
| Convolvuláceae | <i>Ipomoea purpurea</i> |
| Crassulaceae | <i>Crassulaceae</i> |
| Crassulaceae | <i>Crassulaceae sp1</i> |
| Crassulaceae | <i>Crassulaceae sp2</i> |
| Crassulaceae | <i>Crassulaceae sp4</i> |
| Crassulaceae | <i>Crassulaceae sp5</i> |
| Crassulaceae | <i>Crassulaceae sp6</i> |

| | |
|---------------|--|
| Crassulaceae | <i>Crassulaceae sp7</i> |
| Crassulaceae | <i>Crassulaceae sp8</i> |
| Crassulaceae | <i>Crassulaceae sp9</i> |
| Crassulaceae | <i>Crassulaceae sp10</i> |
| Crassulaceae | <i>Crassulaceae sp11</i> |
| Crassulaceae | <i>Kalanchoe sp.</i> |
| Crassulaceae | <i>Kalanchoe cfr fedtschenkoi</i> |
| Crassulaceae | <i>Kalanchoe daigrementiana</i> |
| Crassulaceae | <i>(Bryophyllum)</i> |
| Crassulaceae | <i>Sedum acre</i> |
| Crassulaceae | <i>Sedum sp.</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> |
| 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>Acalypha communis</i> |
| Euphorbiaceae | <i>Acalypha poiretii</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> |
| Lamiáceas | <i>Lavandula dentata</i> |
| Lamiáceas | <i>Leonurus japonicus</i> |
| Lamiáceas | <i>Origanum vulgare</i> |
| Lamiáceas | <i>Prunella vulgaris</i> |
| Lamiáceas | <i>Salvia sp.</i> |
| Lamiáceas | <i>Salvia guaranitica</i> |
| Lythraceae | <i>Heimia salicifolia</i> |
| Malvaceae | <i>Abutilon sp.</i> |
| Malvaceae | <i>Anoda cristata</i> |
| Malvaceae | <i>Sida rhombifolia</i> |
| Malvaceae | <i>Sida sp o Sida dictiocarpa</i> |
| Malvaceae | <i>Sida sp.</i> |
| Malvaceae | <i>Sida spinosa</i> |
| Orobanchaceae | <i>Agalinis communis</i> |
| Oxalidaceae | <i>Oxalis</i> |
| Poaceae | <i>Axonopus compressum</i> |
| Poaceae | <i>Axonopus compressum Cyndon</i> |
| Poaceae | <i>Dactylon X Cynodon Transvaalensis</i> |
| Poaceae | <i>Chloris sp.</i> |
| Poaceae | <i>Chloris gayana</i> |
| Poaceae | <i>Chloris halophila</i> |
| Poaceae | <i>Cynodon dactylon</i> |
| Poaceae | <i>Digitaria sanguinalis</i> |

| | |
|-----------------|----------------------------------|
| Poaceae | <i>Echinochloa colonum</i> |
| Poaceae | <i>Eragrostis cilianensis</i> |
| Poaceae | <i>Eragrostis retineus</i> |
| Poaceae | <i>Eragrostis virescens</i> |
| Poaceae | <i>Eustachys retusa</i> |
| Poaceae | <i>Panicum bergii</i> |
| Poaceae | <i>Paspalum dilatatum</i> |
| Poaceae | <i>Setaria parviflora</i> |
| Poaceae | <i>Setaria sp.</i> |
| Poaceae | <i>Setaria verticillata</i> |
| Poaceae | <i>Stenotaphrum secundatum</i> |
| Poaceae | <i>Stipa neesiana</i> |
| Poaceae | <i>Trichloris crinita</i> |
| Poaceae | <i>Trichloris sp.</i> |
| Poaceae | <i>Zea mays</i> |
| Portulacaceae | <i>Talinum paniculatum</i> |
| Portulacaceae | <i>Portulaca oleraceae</i> |
| Portulacaceae | <i>Portulaca sp.</i> |
| Portulacaceae | <i>Talinum paniculatum</i> |
| Pteridaceae | <i>Cheilanthes sp.</i> |
| Solanaceae | <i>Nierembergia linearifolia</i> |
| Verbenaceae | <i>Verbena sp.</i> |
| Xanthorrhoeacea | <i>Bulbine frutescens</i> |

Anexo 3. Coeficiente de correlación de Pearson entre las variables locales y de paisaje correspondientes a los 30 techos verdes estudiados.

| Variable Respuesta | Riqueza vegetal | Edad | Profundidad sustrato | Altura media | Área | Cobertura local | Cobertura vegetal paisaje |
|---------------------------|-----------------|---------|----------------------|--------------|---------|-----------------|---------------------------|
| Riqueza vegetal | - | -0.0026 | 0.3803 | -0.0187 | 0.2069 | 0.4742 | -0.3303 |
| Edad | | - | 0.1402 | 0.0471 | 0.0171 | -0.0254 | 0.1619 |
| Profundidad sustrato | | | - | -0.0780 | -0.0602 | 0.3520 | -0.0424 |
| Altura media | | | | - | 0.5885 | -0.2976 | -0.1641 |
| Área | | | | | - | -0.2613 | -0.009 |
| Cobertura local | | | | | | - | -0.2353 |
| Cobertura vegetal paisaje | | | | | | | - |

Anexo 4. Relaciones no significativas, removidas de los modelos finales, entre la riqueza de artrópodos total y por gremios tróficos y las variables locales y de paisaje de los techos verdes muestreados en el estudio (N=30).

| Variable Respuesta | Efectos Fijos | χ^2 | P |
|----------------------------|---------------------------|----------|--------|
| Riqueza de especies | | | |
| Total de artrópodos | Altura media | 0.1709 | 0.6793 |
| | Edad | 0.4538 | 0.5005 |
| | Profundidad sustrato | 1.2955 | 0.2551 |
| | Cobertura local | 2.4055 | 0.1209 |
| | Riqueza vegetal | 1.3234 | 0.2555 |
| | Cobertura vegetal paisaje | 2.8555 | 0.0910 |
| Fitófagos | Profundidad sustrato | 0.0218 | 0.8826 |
| | Altura media | 0.0432 | 0.8354 |
| | Cobertura vegetal paisaje | 1.2691 | 0.2599 |
| | Riqueza vegetal | 1.2929 | 0.2555 |
| | Cobertura local | 3.6026 | 0.0576 |
| | Edad | 3.5039 | 0.0612 |
| Predadores | Cobertura local | 0.8307 | 0.3621 |
| | Profundidad sustrato | 1.6751 | 0.1956 |
| | Riqueza vegetal | 0.2053 | 0.6505 |
| | Cobertura vegetal paisaje | 2.7405 | 0.0978 |
| | Edad | 3.2567 | 0.0711 |
| Parasitoides | Altura media | 0.0145 | 0.9042 |
| | Edad | 0.1635 | 0.6866 |
| Detritívoros | Área | 0.0044 | 0.9471 |
| | Altura media | 0.2293 | 0.6321 |
| | Profundidad sustrato | 0.2993 | 0.5843 |
| | Edad | 0.9056 | 0.3413 |
| | Cobertura vegetal paisaje | 0.8019 | 0.3705 |
| | | 0.7602 | 0.3833 |
| Polinizadores | Riqueza vegetal | 0.1126 | 0.7372 |
| | | 0.3303 | 0.5655 |
| | Profundidad sustrato | 0.5055 | 0.4771 |
| | Edad | 2.0393 | 0.1533 |
| | Cobertura local | 0.6874 | 0.4071 |
| | Área | 0.1553 | 0.6935 |
| | Cobertura vegetal paisaje | 0.6232 | 0.4311 |
| | Riqueza vegetal | | |
| Altura media | | | |

Anexo 5. Relaciones no significativas, removidas de los modelos finales, entre la abundancia de artrópodos total y por gremios tróficos y las variables locales y de paisaje de los techos verdes muestreados en el estudio (N=30).

| Variable Respuesta | Efectos Fijos | χ^2 | P |
|---------------------|-----------------------------------|----------|--------|
| Abundancia | | | |
| Total de artrópodos | Altura media | 2.3634 | 0.1245 |
| | Edad | 0.1172 | 0.7321 |
| | Profundidad sustrato | 1.0691 | 0.3012 |
| | Cobertura local | 0.2741 | 0.6006 |
| | Riqueza vegetal | 0.0511 | 0.8214 |
| | Cobertura vegetal paisaje | 2.9181 | 0.2325 |
| Fitófagos | Profundidad sustrato | 0.0004 | 0.9846 |
| | Riqueza vegetal | 0.0593 | 0.8076 |
| | Cobertura vegetal paisaje | 1.0541 | 0.3046 |
| | Edad | 0.5563 | 0.4557 |
| | Altura media | 1.7861 | 0.4094 |
| | Cobertura local | 1.5203 | 0.2176 |
| Predadores | Altura media | 0.0004 | 0.9834 |
| | Área | 0.4264 | 0.5138 |
| | Edad | 0.2801 | 0.5967 |
| | Cobertura local | 0.1333 | 0.7151 |
| | Profundidad sustrato | 2.3272 | 0.1271 |
| Detritívoros | Área | 0.0073 | 0.9321 |
| | Altura media | 0.0181 | 0.8933 |
| | Profundidad sustrato | 0.1267 | 0.7219 |
| | Edad | 0.4408 | 0.5068 |
| | Riqueza vegetal | 2.7678 | 0.0961 |
| | Cobertura local | 0.6493 | 0.4204 |
| | Cobertura vegetal paisaje | 3.1053 | 0.0780 |
| Parasitoides | 22 17:30 | | |
| | Profundidad sustrato | 0.0015 | 0.9687 |
| | Riqueza vegetal | 0.0322 | 0.8581 |
| | Edad | 0.0666 | 0.7963 |
| | Cobertura local | 2.7417 | 0.2539 |
| | Cobertura vegetal paisaje | 4.1746 | 0.2432 |
| | Altura media | 3.0632 | 0.0800 |
| Polinizadores | Cobertura local | 0.0123 | 0.9129 |
| | Área | 0.3457 | 0.5566 |
| | Edad | 0.4346 | 0.5098 |
| | Cobert vegetal paisaje (NDVI-600) | 1.0567 | 0.3041 |
| | Altura media | 0.8233 | 0.3642 |
| | Riqueza vegetal | 2.3046 | 0.1291 |
| | Profundidad sustrato | 2.2108 | 0.1371 |

Anexo 6. Relaciones no significativas entre la herbivoría y las variables locales y de paisaje de los techos verdes muestreados en el estudio. (N=30)

| Variable Respuesta | Efectos Fijos | χ^2 | P |
|------------------------------|---------------------------|----------|--------|
| Proporción de daño | Edad | 0.2071 | 0.6495 |
| | Profundidad sustrato | 0.6321 | 0.4266 |
| | Cobertura local | 1.6676 | 0.1966 |
| | Riqueza vegetal | 0.1673 | 0.6825 |
| | Área | 0.2647 | 0.6069 |
| Porcentaje de hojas con daño | Altura media | 0.5256 | 0.4685 |
| | Cobertura vegetal paisaje | 0.5907 | 0.4422 |
| | Riqueza vegetal | 0.8102 | 0.3681 |
| | Cobertura local | 0.1132 | 0.7365 |
| | Edad | 0.5186 | 0.4715 |
| | Área | 1.2176 | 0.2698 |