Evaluación de la utilidad de los hoteles de insectos en el campus de la Universidad de la Salle sede Candelaria

Autor:

Ángel David Alvarado Sandoval

Tutores:

Jesús Eduardo Escobar Castro MSc., PhD

Elizabeth Ruiz Márvez MSc., PhD

Trabajo de grado para optar al título de Biólogo

Universidad de La Salle

Escuela de Ciencias Básicas y Aplicadas

Programa de Biología

Bogotá D.C.

2025

Agradecimientos

Quiero agradecer en primer lugar a la Universidad de La Salle y a todos sus trabajadores por facilitar los espacios y materiales para el desarrollo del proyecto. Agradezco al señor Edwin Barbosa por otorgarme el permiso para poder instalar los hoteles en el campus de la universidad durante la totalidad del desarrollo del proyecto. Agradezco al estudiante Arbey Mejía por la construcción y diseño de los hoteles. Finalmente, le agradezco a mis tutores Jesús Eduardo Escobar Castro y Elizabeth Ruiz Márvez por el apoyo y acompañamiento prestado.

Dedicatoria

Dedicado cordialmente a mi madre y a mi padre

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN----------6

1 INTRODUCCIÓN----------7-9

2 OBJETIVOS----------9

2.1 Objetivo general---------- 9

2.2 Objetivos específico----------9

3 MATERIALES Y METODOS----------10-15

3.1 Área de estudio----------10

3.2 Premuestro---------- 10-11

3.3 Instalación de los hoteles---------- 11-13

3.4 Monitoreo semanal 3 meses---------- 13-14

3.5 Análisis estadísticos Kruskal Wallis----------14

3.6 Hipótesis del proyecto----------14

3.6 Software y herramientas para el análisis de dato----------15

4 RESULTADOS----------16-27

4.1 Distribución de los insectos en el mes de julio---------- 16-17

4.2 Distribución de los insectos en el mes de agosto----------18-19

4.3 Distribución de los insectos en el mes de septiembre---------- 19-20

4.4 Resultados de distribución general----------21-22

4.5 Temperatura promedio de cada nivel----------23

4.6 Especies identificadas en el hotel----------23-25

4.7 Relación insectos-plantas---------- 25

4.7 Anidación y reproducción----------25-27

5 **DISCUSIÓN----------28-30**

6 CONCLUSIONES----------30-31

7 RECOMENDACIONES----------31

8 REFERENCIAS----------32-33

RESUMEN

El uso de los hoteles de insectos ha ganado relevancia como una herramienta para la conservación de la biodiversidad en entornos urbanos y agrícolas, ya que proporcionan refugios seguros para insectos benéficos como polinizadores y depredadores naturales. Sin embargo, su eficacia puede variar según la ubicación, el diseño y la vegetación circundante, lo que afecta la visita y diversidad de especies. En este proyecto se determinó la utilidad del hotel de insectos en el desarrollo de la biología de la entomofauna de la Universidad de la Salle, también se encontró que los niveles superiores de los hoteles fueron los más visitados debido a condiciones más favorables, como mayor exposición solar. Además, se observó una asociación directa entre la flora circundante y las especies de insectos; por ejemplo, *Lassus lanio* y *Sogatella furcifera* se asociaron con *Agapanthus africanus* en el hotel 1, mientras que *Forficula auricularia* y *Harmonia axyridis* se relacionaron con *Callistemon viminalis* en el hotel 2. Aunque los resultados destacan el potencial de los hoteles de insectos para promover la biodiversidad, es necesario un monitoreo continuo para evitar riesgos como el parasitismo o la acumulación de patógenos, y optimizar su diseño para mejorar su impacto en la conservación entomológica.

Palabras clave

Biodiversidad, Entomofauna, Utilidad, Asociación, Refugio, Entornos urbanos

1. INTRODUCCIÓN

Los hoteles de insectos son estructuras diseñadas para proporcionar refugio y promover la biodiversidad de insectos benéficos en ecosistemas urbanos y agrícolas. Estas instalaciones han ganado relevancia en la última década como una estrategia ecológica para mitigar la pérdida de hábitats naturales debido a la urbanización, cambios y modificación en el uso del suelo, el cambio climático y la intensificación agrícola, que han afectado negativamente a la fauna entomológica, en especial a los polinizadores (Woltz et al., 2024). Los insectos, como las abejas solitarias, mariquitas, avispas parasitoides y otros insectos benéficos, desempeñan un papel esencial en el mantenimiento de la biodiversidad y la estabilidad de los ecosistemas, tanto naturales como agrícolas. Su disminución tiene repercusiones directas sobre la polinización, el control biológico de plagas y la descomposición de materia orgánica, funciones que son vitales para la salud ecológica (Parra et al., 2006; Goulson 2003).

El uso de hoteles de insectos se ha expandido en los últimos años debido a la creciente conciencia sobre la disminución global de las poblaciones de insectos y la necesidad de proteger estos organismos clave. En particular, se han vuelto comunes en entornos urbanos, donde la pérdida de vegetación natural y el aumento de infraestructuras han reducido los espacios disponibles para los insectos (Ferreiro, 2024). En este sentido, los hoteles de insectos actúan como sustitutos de los hábitats naturales que se han perdido debido a la urbanización y el impacto humano, como puede ser la construcción de carreteras, construcción de viviendas y modificaciones del paisaje para facilitar el desarrollo de proyectos industriales, de modo que los hoteles contribuyen a la biodiversidad local y fomentan la presencia de insectos beneficiosos (Mclavor et al., 2014).

Además de su valor en la conservación de la biodiversidad, los hoteles de insectos son herramientas educativas efectivas. En jardines escolares, parques comunitarios y proyectos de ciencia ciudadana, estos hoteles permiten a las personas observar de cerca la vida de los insectos y aprender sobre su importancia ecológica. Esto no solo aumenta la conciencia ambiental, sino que también promueve la participación en la conservación a nivel comunitario. En la agricultura, los hoteles de insectos también juegan un papel crucial y son implementados como parte de estrategias

de manejo integrado de plagas (MIP) y en la promoción de la polinización. Al proporcionar un refugio para insectos predadores como las mariquitas del género *Harmonia* y algunos insectos parasitoides como *Aphidius ervi*, se ayuda a controlar de manera natural las poblaciones de plagas, reduciendo la necesidad de pesticidas. Asimismo, al atraer polinizadores como abejas solitarias y mariposas, se mejora la polinización de cultivos, lo que puede resultar en mayores rendimientos agrícolas (Harris et al., 2021).

En este contexto, los hoteles de insectos se presentan como una solución innovadora para compensar la pérdida de hábitats y fomentar la diversidad de insectos benéficos. Estas estructuras consisten en una combinación de materiales naturales y artificiales que simulan condiciones adecuadas para que los insectos aniden, se refugien y, en algunos casos, se reproduzcan. La implementación de estos hoteles en entornos urbanos y agrícolas busca crear microhábitats específicos que ofrezcan condiciones favorables para diferentes especies de insectos (Mo et al., 2023). No obstante, la eficacia de estos hoteles de insectos en atraer y sostener una comunidad diversa de entomofauna no ha sido completamente evaluada, dado que la visita de estos refugios puede verse influenciada por diversos factores, como el diseño de la estructura, la ubicación, la época del año y las interacciones entre las especies (MacIvor & Packer, 2015).

El entorno urbano de Bogotá presenta un ecosistema altamente fragmentado debido a la urbanización acelerada, lo que puede limitar el hábitat disponible para los insectos benéficos. Este tipo de ecosistema es idóneo para estudiar cómo los hoteles de insectos pueden ayudar a restaurar el equilibrio ecológico y mejorar la presencia de insectos benéficos en áreas urbanas. Sin embargo, no todas las especies de insectos responden de la misma manera a los hoteles, lo que hace esencial un estudio sistemático de las especies que los colonizan, los factores que influyen en la visita y el comportamiento de las especies a lo largo del tiempo. (New, 2011).

Uno de los aspectos clave en la evaluación de la utilidad de estos hoteles es la visita diferenciada de los niveles (superior, central e inferior) de los refugios. Se ha demostrado en estudios previos que las diferentes especies de insectos tienen preferencias por ciertos microhábitats, que pueden variar en función de la temperatura, la exposición al viento o la luz solar, y la disponibilidad de materiales adecuados para la nidificación. Estos factores pueden influir en la visita y en la capacidad de los hoteles de insectos para albergar una amplia gama de especies. Además, la competencia entre las especies que utilizan los hoteles, así como la posible aparición de especies

dominantes, puede afectar la diversidad y el equilibrio del ecosistema (Dewenter et al., 2002, Parra et al., 2006).

En el marco de este proyecto, se buscó evaluar la utilidad de los hoteles de insectos instalados en el campus de la Universidad de la Salle en Bogotá, Colombia, con el objetivo específico de determinar su impacto en el desarrollo de la biología de la entomofauna local. La instalación de hoteles de insectos en un entorno académico ofrece una oportunidad única para realizar estudios a largo plazo que permitan comprender mejor los patrones de visita y el comportamiento de diferentes especies de insectos en respuesta a variaciones estacionales y ambientales (New, 2011).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General.

Determinar la utilidad del hotel de insectos en el desarrollo de la biología de la entomofauna de la Universidad de La Salle.

2.2 Objetivos específicos.

1. Identificar la entomofauna asociada al hotel de insectos.

2. Describir la visita de la entomofauna en el hotel asociada a los diferentes niveles de cada hotel de insectos.

3. Relacionar las especies de insectos que se establezcan en el hotel de insectos con las especies de flora circundantes.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Área de estudio El proyecto investigativo se desarrolló dentro de las instalaciones de la Universidad de La Salle en la sede Candelaria, en la ciudad de Bogotá, Colombia. La ubicación de los dos hoteles de insectos en el campus universitario se registra en la figura 1.

Figura 1. Mapa del área de estudio (tomado de Google Maps).

3.2 Premuestreo. Se realizó un premuestreo con el propósito de determinar, durante un periodo de ocho semanas entre los meses de mayo y junio, las ubicaciones óptimas para la instalación de los hoteles de insectos. Este premuestreo tuvo como objetivo establecer si los hoteles de insectos ubicados cerca de parches de especies vegetales con flores atraían entomofauna.

Durante este periodo, se instalaron dos hoteles de insectos en diferentes zonas del campus universitario, y se determinaron las coordenadas respectivas de cada ubicación. Cada hotel permaneció en una zona específica durante una semana, durante la cual se realizaron observaciones en intervalos de 10 minutos por un periodo de 1 hora, cinco días a la semana. Al finalizar cada

semana, se trasladaba el hotel a una nueva zona, y este proceso se repitió hasta completar las ocho semanas de premuestreo.

Finalmente, las observaciones realizadas permitieron identificar las dos zonas con mayor presencia entomológica, donde se procedió a instalar los dos hoteles de forma permanente para el desarrollo del estudio principal.

3.3 Instalación de los hoteles. Se instalaron dos hoteles de insectos en el campus de la Universidad de La Salle, sede Candelaria, estos hoteles fueron diseñados en madera con dimensiones de 1 metro de largo por 60 centímetros de ancho, divididos en 3 niveles principales (superior, intermedio e inferior). Los hoteles fueron elaborados por Arbey Mejia. (egresado del programa de Biología)

El nivel superior estaba mucho más expuesta a la luz solar y contaba con pequeños orificios donde podían resguardarse los insectos, el nivel intermedio contaba con una serie de tubos de madera pequeños, que permitían que los insectos ingresaran para resguardarse, el nivel inferior tenía mucho más espacio, pero con menor accesibilidad a luz solar y se encontraba recubierto de trozos de madera seca. Los hoteles se ubicaron cerca de plantas atractivas para los polinizadores. Los dos hoteles de insectos fueron ubicados cerca de áreas de jardín constituidas por especies florales presentes en el campus universitario como el lirio africano (*Agapanthus africanus*) *(*Figura 2A*)* entre otras y arbustos como el escobillón rojo (*Callistemon viminalis*) *(*Figura 2B*)* para comparar su efecto en la presencia de entomofauna en el hotel siguiendo la metodología de Harris et al., 2021. El primer hotel fue instalado en la parte trasera de la universidad entre una cobertura vegetal (4.5945587 N, - 74.0704274,21 O) (Figura 2A), el segundo hotel fue instalado en la zona verde ubicada en la entrada de la universidad se aseguró que el segundo hotel estuviera rodeado por una menor cobertura vegetal y que estuviera más expuesta a los rayos del sol (4.5940908 N, - 74.0702879,21 O) (Figura 2B).

Figura 2. (A) Hotel ubicado en zona cercana a *Agapanthus africanus*. (B) Hotel ubicado en zona cercana a *Callistemon viminalis.*

En la figura 3 se puede observar las especies de plantas donde se ubicaron los 2 hoteles de insectos.

Figura 3. Especies vegetales circundantes a los hoteles (A) *Agapanthus africanus.* (B) *Callistemon viminalis.*

3.4 Monitoreo semanal del hotel durante 3 meses. Se realizaron observaciones visuales de las estructuras de hoteles de insectos cinco veces por 3 semanas por un periodo de tres meses con intervalos de tiempo de 30 minutos durante 1 hora en los horarios de entre 11:00AM a 12:00PM, las observaciones para ambos hoteles se realizaban en un solo día siguiendo la metodología en áreas urbanas de Harris y colaboradores 2021. Se registró la cantidad de insectos presentes en cada hotel según los diferentes niveles de la estructura. Se observó el comportamiento de los insectos, y las diferentes interacciones llevadas a cabo dentro del hotel tales como alimentación desplazamiento por los niveles y reproducción de algunos insectos. Por medio de un termómetro digital (Digitech) se registraron los datos de temperatura de cada nivel para determinar la temperatura promedio de cada nivel del hotel. Se realizaron registros fotográficos de cada día de monitoreo para determinar el número de insectos que ingresaban al hotel. Se realizó de manera periódica registros filmográficos del hotel para observar el comportamiento de los insectos.

3.5 Identificación taxonómica.

Para la identificación taxonómica se empleó un estereoscopio que permitió el análisis de rasgos claves de los insectos (figura 4). La identificación se llevó a cabo mediante la consulta de dos guías especializadas: “insectos de Colombia volumen 3” (Fernández et al., 2000); “Insects of latín america a photographic guide” (Paul E. Hanson y Kenji Nishida, 2016)

Figura 4. Insecto observado por medio de estereoscopio

3.6 Análisis estadísticos Kruskal Wallis.

Debido a que la prueba de normalidad Shapiro-Wilk mostró que los datos no seguían una distribución normal, la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis fue seleccionada para comparar las distribuciones de los conteos de insectos entre los tres niveles del hotel.

La prueba de Kruskal-Wallis se aplicó de manera independiente para cada mes (julio, agosto y septiembre) para determinar si existían diferencias significativas en la presencia de los insectos según los 3 meses de muestreo, utilizando como datos de entrada el número de insectos presentes en cada nivel durante los 15 días de observación por mes. Los pasos específicos se resumen en la siguiente figura: (figura 5).

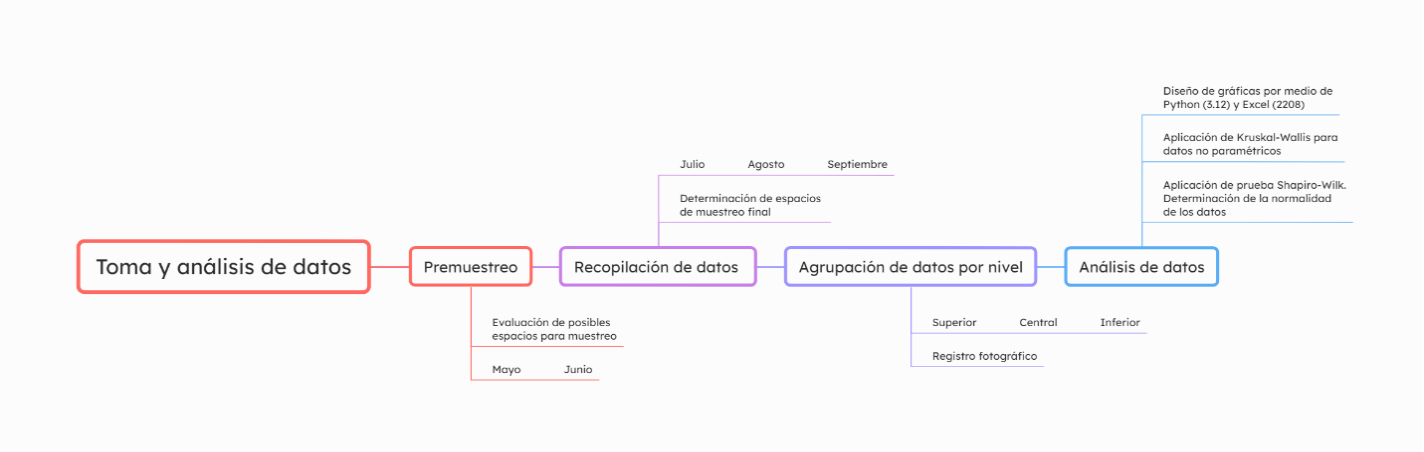

Figura 5. Esquema metodológico para obtención y análisis de los datos

3.7 Hipótesis del proyecto.

Hipótesis nula (H_0): No hay diferencias significativas en la visita de insectos entre los niveles.

Hipótesis alternativa (H_1): Existen diferencias significativas en la visita de insectos entre los niveles.

El nivel de significancia utilizado fue $\alpha = 0.05$. Por lo tanto, si el valor p era menor que 0.05, se rechazaba la hipótesis nula, concluyendo que existían diferencias significativas en la visita de los niveles del hotel de insectos.

3.8 Software y herramientas para el análisis de datos.

Para la toma y registro de datos de muestreo se empleó el software de Microsoft Excel (versión 2208). Las gráficas y análisis estadísticos fueron realizados utilizando Python (versión 3.12) en combinación con el editor de código Visual Studio Code (versión 1.82.1)). Se emplearon bibliotecas especializadas en análisis estadístico, como SciPy (versión 1.10.1), para la aplicación de la prueba de Kruskal-Wallis. Las visualizaciones y tablas resumen se generaron utilizando Matplotlib (versión 3.7.1).

4. RESULTADOS

4.1 Distribución de los insectos en el mes de julio.

Para el hotel 1, el gráfico correspondiente a julio presenta variaciones más pronunciadas entre los tres niveles del hotel 1 de insectos, en el nivel superior se evidenció una visita particularmente alta en comparación con los otros niveles, alcanzando un máximo de 10 insectos el día 12. Por otra parte, el nivel central mostró visita más moderada, con un pico máximo de 6 insectos el día 3, sin embargo, hubo días donde la visita en el nivel central fue baja, con varios días en que no se registraron insectos (días 5, 10, 11, 13 y 14). Aunque la visita fue menor que en el nivel superior, el comportamiento también fue muy fluctuante, mostrando una clara diferencia entre días de alta visita y días con baja o nula presencia de insectos. El nivel inferior mostró una visita significativamente más baja en comparación con los otros niveles, con un máximo de 6 insectos el día 15. En la mayoría de los días, la visita fue de 0 a 2 insectos, lo que indica una poca utilización de este nivel durante julio. La variabilidad fue menor que en los otros niveles, pero la visita se mantuvo baja, con varios días sin insectos presentes (Figura 6).

Para el hotel 2, el nivel superior fue el más visitado, con un máximo de 13 insectos registrado el día 7. Aunque hubo algunos días con una caída abrupta en la visita (días 9 y 15), el nivel superior mantuvo una tendencia de alta visita en la mayoría de los días, con picos considerables. La visita varió notablemente entre 2 y 13 insectos, mostrando que las condiciones en este nivel son muy favorables para la entomofauna. El nivel central mostró una visita mucho más baja en comparación con el nivel superior, con un máximo de 7 insectos el día 3 y 11. Aunque la visita fue baja, se mantuvo relativamente constante, sin caídas bruscas. El nivel inferior presentó la menor visita, con un máximo de 5 insectos el día 6. En la mayoría de los días, la visita fue extremadamente baja o nula (Figura 6).

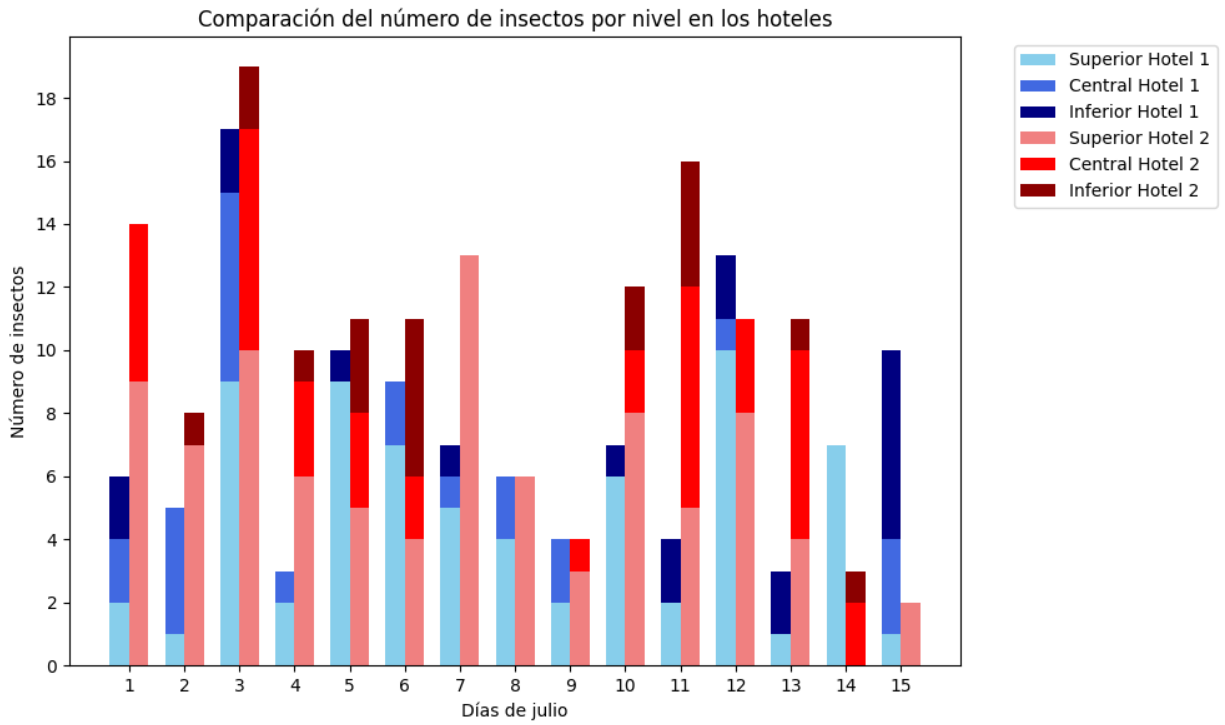

Figura 6. Visita de los insectos por nivel a lo largo del tiempo durante el mes de julio en el hotel 1 (colores azules) y en el hotel 2 (colores rojos)

4.2 Distribución de los insectos en el mes de agosto.

Para el hotel 1 en agosto, la visita en el nivel superior fue predominantemente mayor en comparación con los otros dos niveles, lo que refleja una preferencia clara por esta sección del hotel. Se observaron fluctuaciones considerables, con el valor más alto alcanzado el día 9 (7 insectos). A lo largo de los 15 días de observación, la visita diaria varió desde un mínimo de 1 insecto hasta un máximo de **7** insectos. Para el nivel central la visita en este nivel fue notablemente baja en comparación con el nivel superior, pero mostró una visita más estable en ciertos días. La mayor visita observada fue de 5 insectos el día 15. Aunque hubo fluctuaciones, los días de visita fueron más constantes que en el nivel superior, pero siempre en valores bajos. Finalmente, la visita para el nivel inferior fue más esporádica y alcanzó su punto más alto el día 8 con 4 insectos. En la mayoría de los días, la visita fue nula o limitada a 1 o 2 insectos, indicando que este nivel no fue particularmente atractivo para la fauna de insectos durante el mes de agosto. En general, se observaron muchos días sin visita en este nivel, lo que hace pensar que existen posibles limitaciones en las condiciones ambientales de esta sección (Figura 7).

Para el hotel 2 similar al mes anterior, el nivel superior mostró la mayor visita, con un máximo de 12 insectos en el día 4. Aunque hubo varias caídas en la visita, se mantuvo una tendencia alta y estable en comparación con los otros niveles, con picos regulares de insectos. La visita diaria varió entre 3 y 12 insectos, demostrando que este nivel sigue siendo el preferido para los insectos en agosto. El nivel central mostró una visita significativamente más baja que el nivel superior, con un máximo de 4 insectos. La visita fue más constante que en el nivel superior, pero siempre en cifras bajas. El nivel inferior tuvo una visita mínima, con un máximo de 2 insectos en algunos días. La mayoría de los días la visita fue de 0 insectos, esto es algo que refuerza la observación de que el nivel inferior no es atractivo para la mayoría de los insectos (Figura 7).

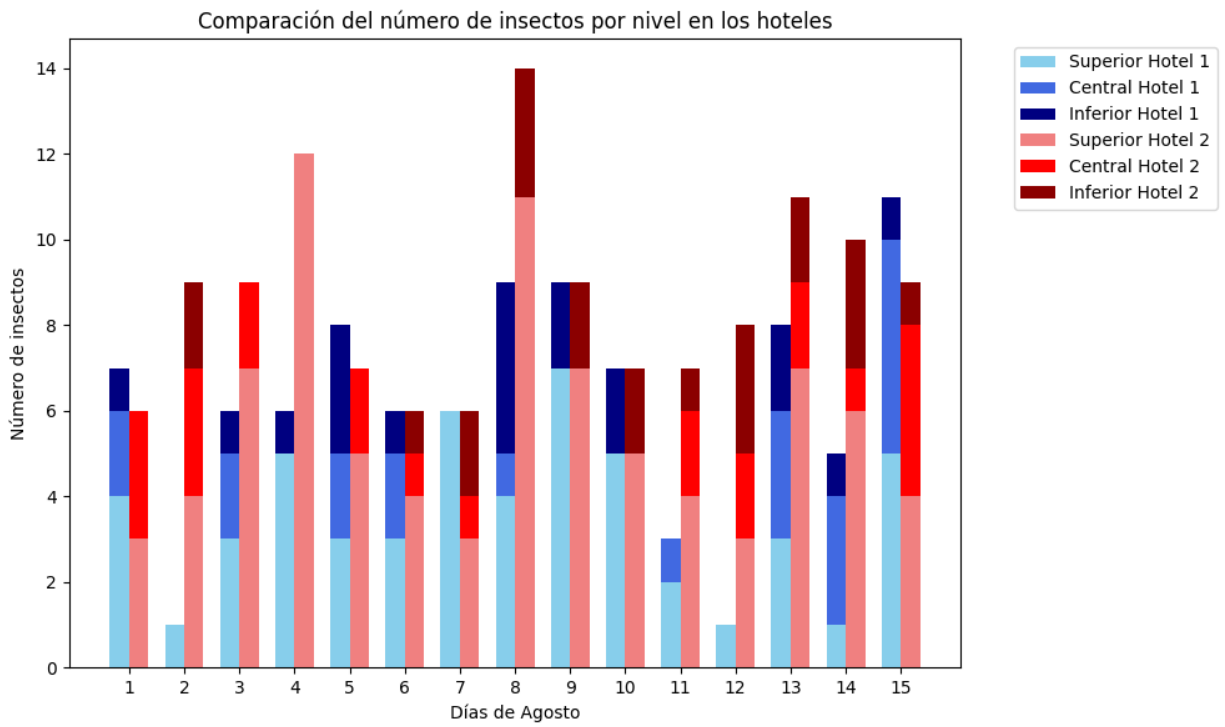

Figura 7. Visita de los insectos por nivel a lo largo del tiempo durante el mes de agosto en el hotel 1 (colores azules) y en el hotel 2 (colores rojos)

4.3 Distribución de los insectos en el mes de septiembre.

Para el hotel 1 en el nivel superior se presentó la visita más alta y relativamente estable durante todo el mes de septiembre, con un máximo de 6 insectos en varios días. Aunque hubo fluctuaciones diarias, la visita se mantuvo en un rango de 1 a 6 insectos, sin caídas drásticas a 0. La visita en el nivel central fue intermedia, con un máximo de 5 insectos el día 13. A diferencia de los meses anteriores, la visita fue más estable, con una presencia constante de insectos en varios días consecutivos. El nivel inferior nuevamente mostró una visita baja, alcanzando un máximo de 4 insectos el día 11, similar a los meses anteriores. En varios días, no se registró visita de insectos en este nivel, lo que continúa demostrando que no es un nivel tan atractivo para la fauna de insectos (Figura 8).

Para el hotel 2 nuevamente, el nivel superior fue el más visitado, con un máximo de 12 insectos el día 6. La visita en este nivel fue más consistente a lo largo de todo el mes, con menos fluctuaciones extremas en comparación con los meses anteriores, demostrando que las condiciones para los insectos se mantuvieron favorables durante todo septiembre. La visita diaria osciló entre 4 **y** 12

insectos, mostrando una tendencia estable en este nivel. El nivel central mostró una visita más constante que en los meses anteriores, con un máximo de 6 insectos. Aunque el nivel central nunca alcanzó los picos del nivel superior, la visita fue más consistente y con menos días de visita nula. El nivel inferior nuevamente mostró la menor visita, con un máximo de 5 insectos el día 10. En varios días no se registraron insectos en este nivel, esto indica que este nivel fue el menos atractivo de todos durante los 3 meses para la fauna local (Figura 8).

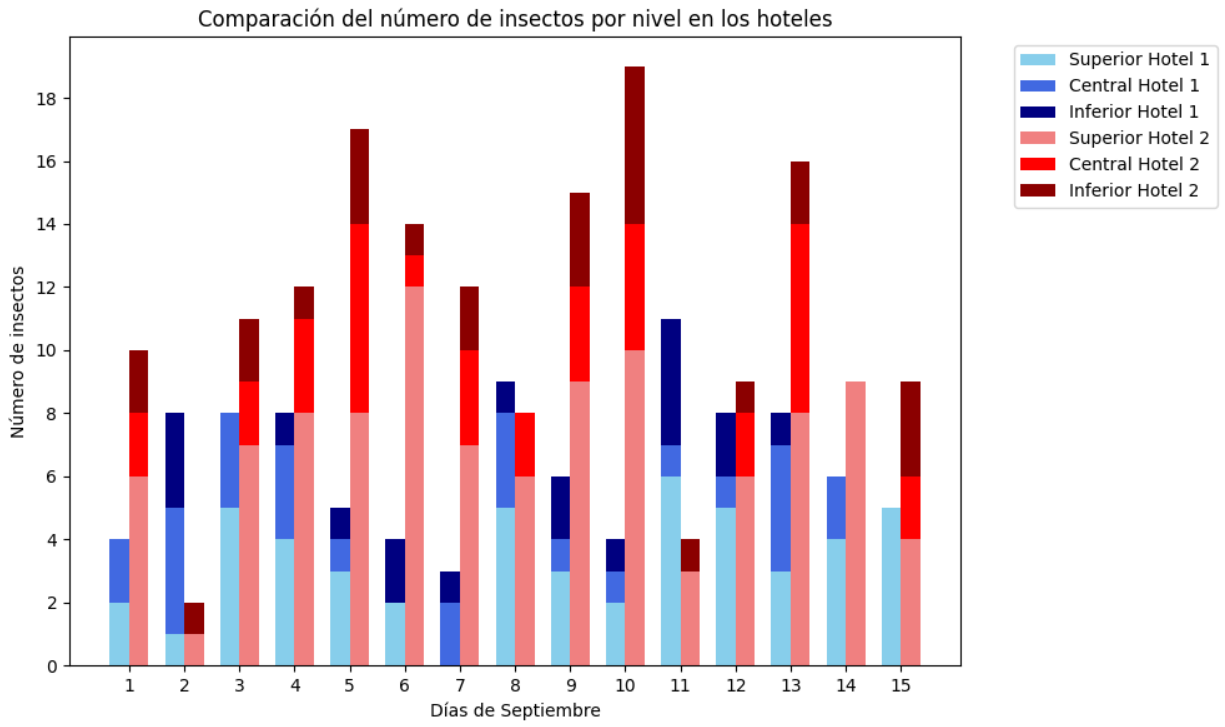

Figura 8. Visita de los insectos por nivel a lo largo del tiempo durante el mes de septiembre en el hotel 1 (colores azules) y en el hotel 2 (colores rojos)

A lo largo de los tres meses observados, el nivel superior fue consistentemente el más visitado. El nivel central mostró una visita más variable, con una tendencia a mejorar en septiembre. El nivel inferior fue el menos utilizado en todos los meses.

La tendencia general de los tres gráficos demuestra que el nivel superior es preferido por la entomofauna.

Los niveles superiores de ambos hoteles fueron los más visitados. Sin embargo, el Hotel 2 mostró una visita más estable y consistente en todos los niveles, mientras que el Hotel 1 presentó más fluctuaciones, con días de alta visita seguidos de caídas abruptas.

Los niveles centrales y niveles inferiores de ambos hoteles presentaron visitas bajas en general, pero el Hotel 2 fue ligeramente más eficaz en mantener una visita constante, aunque en cifras menores.

Los resultados evidencian que el Hotel 2 fue más eficaz en mantener una visita estable a lo largo del tiempo, mientras que el Hotel 1 mostró mayor variabilidad en la visita de insectos.

4.4 Resultados distribución general.

La Tabla 1 presenta la distribución total de insectos observados en los diferentes niveles del primer y segundo hotel de insectos a lo largo del estudio. Para el primer hotel el nivel superior fue el más visitado, con un total de 171 insectos, seguido del nivel inferior con 68 insectos y el nivel central con 64 insectos. Para hotel 2 el nivel superior presentó nuevamente la mayor visita con un total de 279 insectos. El nivel central presentó 100 insectos mientras que el inferior conto con 71 insectos. Comparativamente el hotel 2 mostró una visita mucho mayor respecto al hotel 1.

Tabla 1.

Distribución general total para los hoteles (sumatoria de datos por cada mes)

Hotel	NIVEL SUPERIOR	NIVEL CENTRAL	NIVEL INFERIOR
1	171	64	68
2	279	100	71

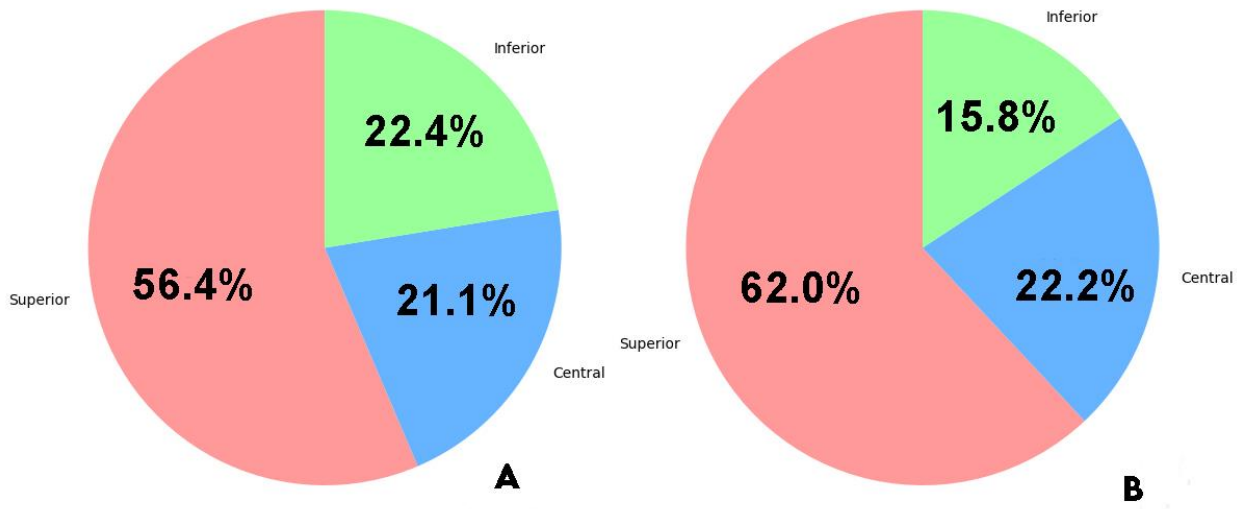

Figura 9. Distribución total de insectos según nivel hotel 1 (figura A) hotel 2 (figura B)

La tabla 2 resume los resultados del test estadístico Kruskal-Wallis, utilizado para determinar si existían diferencias significativas en la visita de insectos entre los niveles de cada hotel durante los meses de julio, agosto y septiembre. Los valores p reportados para cada mes ($3.10x10^{-4}$ en julio, $1.45x10^{-6}$ en agosto y $4.04x10^{-5}$ en septiembre) son menores que el umbral de significancia de 0.05, lo que indica que existen diferencias significativas en la visita de insectos entre los niveles de los hoteles durante los tres meses analizados.

Tabla 2.

Resultados para test Kruskal-Wallis para determinar diferencias significativas entre cada hotel según el mes analizado, alpha = 0.05

Mes	Estadístico (KW)	P-valor
Julio	16.13	$3.10x10^{-04}$
Agosto	26.88	$1.45x10^{-06}$
Septiembre	20.23	$4.04x10^{-05}$

4.5 Temperatura promedio de cada nivel de los hoteles.

Tabla 3.

Promedio de la temperatura registrada en cada nivel

Hotel	Nivel superior	Nivel central	Nivel inferior
1	20.4°C	18.7°C	16.6°C
2	21.5°C	19.4°C	17.9°C

4.6 Especies de insectos identificadas en los hoteles.

Se identificaron un total de 16 especies de insectos. Presentando la mayor proporción de avistamiento de estos insectos el hotel 2:

Tabla 4.

Especies identificadas en los hoteles

Especie identificada	Hotel	Frecuencia
Andrion regensteinense	2	Alta
Copidosoma truncatellus	2	Media
Cynomya cadaverina	2	Media
Culex pipiens	2	Baja
Forficula auricularia	2	Alta
Harmonia axyridis	2	Alta
Homoeoxipha lycoides	2	Baja
Lassus lanio	1	Alta
Musca domestica	1-2	Media
Mysus persicae	2	Baja
Solenopsis invicta	1	Media
Sogatella furficera	1	Alta
Oxysarcodexia terminalis	2	Baja

Frankliniella occidentalis	2	Alta
Agrilus viridis	1-2	Media
Anobium punctatum	1	Baja

En la figura 9 se pueden apreciar los insectos que fueron avistados en el hotel durante los 3 meses de muestreo, los cuales fueron (A) *Andrion regensteinense,* (B) *Copidosoma truncatellus,* (C) *Cynomya cadaverina,* (D) *Culex quinquefasciatus,* (E) *Forficula auricularia,* (F) *Harmonia axyridis,* (G) *Homoeoxipha lycoides,* (H) *Lassus lanio,* (I) *Musca domestica,* (J) *Ceraeochrysa cincta,* (K) *Solenopsis invicta,* (L) *Sogatella furficera,* (M) *Oxysarcodexia terminalis,* (N) *Frankliniella occidentalis,* (O) *Agrilus viridis,* (P) *Anobium punctatum,*

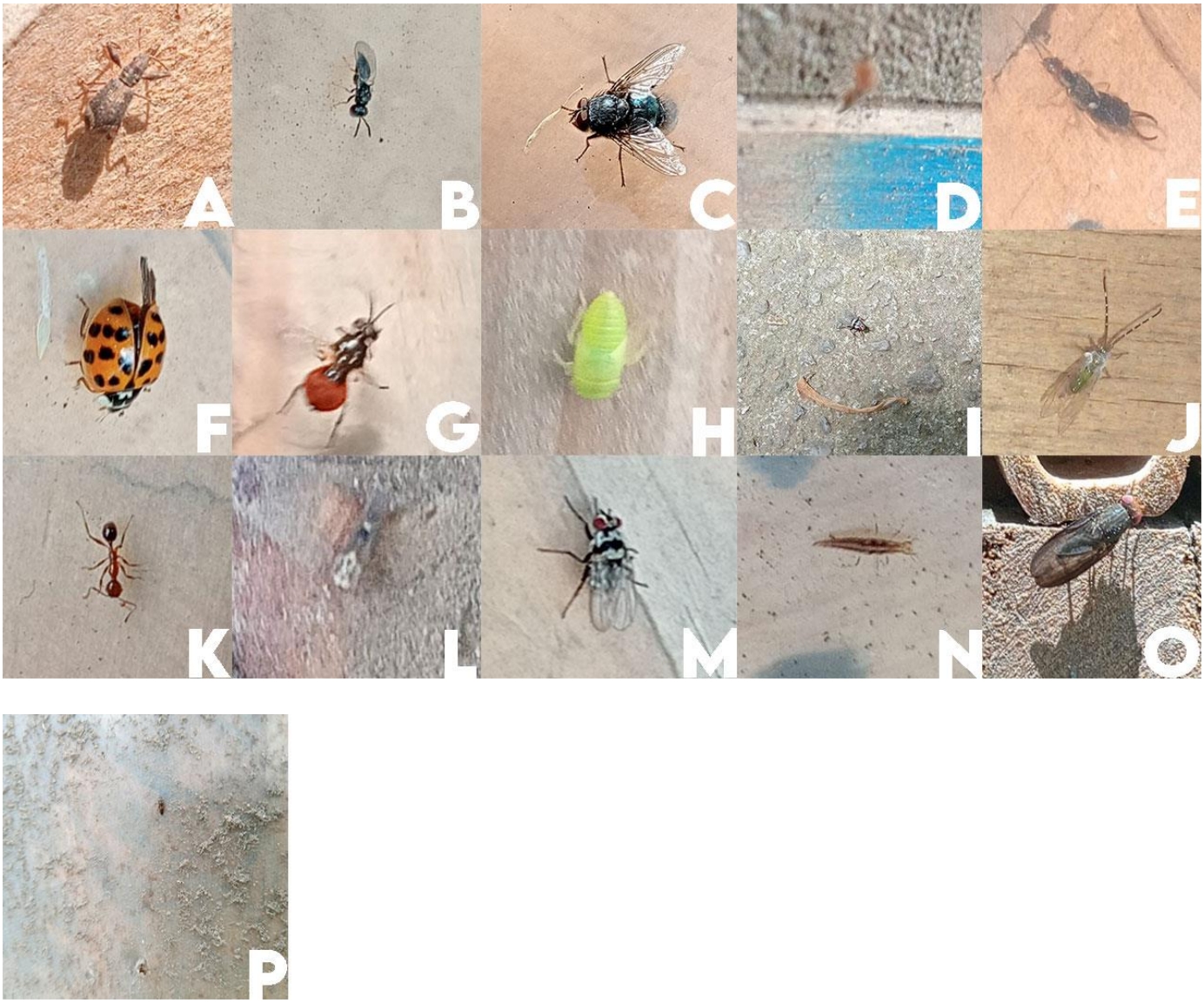

Figura 10. Insectos avistados en los hoteles.

4.7 Relación de plantas-insectos.

Durante los tres meses de muestreo en el primer hotel de insectos, se observó que las especies más comunes fueron *Lassus lanio* y *Sogatella furcifera*. Este hotel estaba rodeado por una abundante población de la planta *Agapanthus africanus*.

En el segundo hotel de insectos, las especies más comunes durante los tres meses de muestreo fueron *Forficula auricularia* y *Harmonia axyridis*.

4.8 Anidación y reproducción.

Durante la totalidad del muestreo, el único insecto en el que se observó reproducción fue *Forfícula auricularia.*

En la figura 11 se puede observar a la tijereta resguardándose dentro de uno de los tubos del nivel intermedio del hotel.

Figura 11. Presencia de *Forficula Auricularia* en los tubos superiores del hotel.

En la figura 12 se observa la exuvia de la tijereta. La exuvia es la piel o exoesqueleto que queda después de que un insecto, como la tijereta (*Forficula auricularia*), muda su cutícula para crecer (Frank et al., 2010).

La muda es parte del proceso de crecimiento de los insectos, ya que tienen un exoesqueleto rígido que no crece con ellos. Por lo tanto, deben mudar periódicamente este exoesqueleto, dejando atrás la exuvia, que es una réplica vacía del insecto. Este proceso es común en muchos insectos durante su desarrollo, especialmente en aquellos que pasan por varias etapas ninfales o larvales antes de alcanzar la madurez (Helsen et al., 2022).

Figura 12. (A) Exuvias restantes de *Forficula Auricularia* en tubos superiores (B) Exuvia aislada

5. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a lo largo del estudio reflejan una marcada variabilidad en la distribución de los insectos entre los diferentes niveles de los hoteles, con una preferencia clara por los niveles superiores. Este patrón se mantuvo constante a lo largo de los tres meses de monitoreo. La visita más alta se observó en el nivel superior de ambos hoteles, alcanzando su pico de visita de insectos en el segundo hotel, donde la presencia de insectos fue más estable y consistente en comparación con el primer hotel, el cual presentó fluctuaciones abruptas en algunos días.

Estos hallazgos son consistentes con los reportados por Harris et al., (2021), quienes encontraron que los hoteles de insectos ubicados en proximidad a recursos florales y en áreas más expuestas, como los niveles superiores, tienden a atraer una mayor cantidad de insectos benéficos. Esto podría deberse a que los niveles superiores de los hoteles ofrecen condiciones más favorables, como mayor exposición a la luz solar, temperaturas más altas, y un microambiente más seco tal como sugieren Brimblecombe et al., (2023), ya que estos factores podrían ser atractivos para polinizadores y depredadores naturales que prefieren estas condiciones para anidar o refugiarse. Adicionalmente, los niveles inferiores presentaron consistentemente una visita baja, lo que sugiere que no ofrecían las condiciones microclimáticas adecuadas para las especies de insectos observadas, como temperaturas bajas y menos exposición al sol, factores que podrían limitar la colonización de estos niveles.

Es notable la diferencia en la visita entre los dos hoteles, lo cual puede atribuirse a la ubicación y la vegetación circundante. El primer hotel, ubicado en una zona con mayor cobertura vegetal, presentó una visita más variable. Esto podría deberse a las condiciones cambiantes de temperatura provocadas por la vegetación densa, que a su vez afecta la estabilidad del microclima en los niveles superiores del hotel. En contraste, el segundo hotel, ubicado en una zona más expuesta, mostró una visita más estable, lo que coincide con estudios previos que indican que la estabilidad de las condiciones microclimáticas es crucial para atraer y retener insectos en estos refugios (Harris et al., 2021).

Los datos sugieren que los niveles superiores proporcionan un microhábitat más adecuado para las especies observadas (*F auricularia, H axyridis*,). Esto puede estar relacionado con la preferencia de los insectos por áreas con mayor exposición a la luz solar, como ya se ha observado en estudios anteriores (Gathmann & Tscharntke, 2002). Además, la fluctuación observada en la visita del nivel

superior del primer hotel podría estar asociada a la competencia por los recursos disponibles y la aparición de especies dominantes, que temporalmente desalojan a otras especies, tal como ha sido propuesto por estudios que analizan las interacciones entre especies en hoteles de insectos (MacIvor & Packer, 2015).

En cuanto a las diferencias entre los niveles inferiores y centrales, es probable que las condiciones con temperaturas más bajas y menos expuestas a la luz en los niveles inferiores hayan contribuido a una menor visita. Este hallazgo coincide con el estudio de Harris et al. (2021), que muestra que los niveles más expuestos a los elementos tienden a atraer más insectos, mientras que los niveles más protegidos, aunque ofrecen refugio, pueden no ser ideales para la mayoría de las especies debido a las temperaturas más bajas.

Este patrón de distribución de los insectos en los diferentes niveles subraya la importancia de considerar no solo el diseño de los hoteles de insectos, sino también la ubicación y las condiciones microambientales que estos ofrecen (Frank et al., 2010)

Durante el estudio, se observó una relación entre las especies de insectos presentes en los hoteles y la vegetación circundante. En el primer hotel, la alta presencia de *Lassus lanio* y *Sogatella furcifera* podría relacionarse con la proximidad de la planta *Agapanthus africanus*, que produce abundante savia. Estas especies de insectos, conocidos por su comportamiento fitófago, probablemente se vieron atraídas por la disponibilidad constante de este recurso alimenticio. Este hallazgo es consistente con estudios previos que indican que la presencia y abundancia de insectos en los hoteles están influenciadas directamente por la flora circundante, la cual no solo proporciona refugio, sino también fuentes clave de alimento para especies específicas (Harris et al., 2021; Goulson, 2003).

Por otro lado, en el segundo hotel, las especies predominantes fueron *Forficula auricularia* y *Harmonia axyridis*, cuya relación con la planta *Callistemon viminalis* es notable. *H. axyridis*, un depredador natural de pulgones, probablemente se benefició de los insectos atraídos por las flores de *C. viminalis*, mientras que *F. auricularia* encontró en las hojas caídas de esta planta una fuente constante de materia vegetal en descomposición para alimentarse. Esta interacción planta-insecto es un claro ejemplo de cómo la selección de la vegetación puede influir en la comunidad entomológica que coloniza los hoteles de insectos, tal como lo resaltan Harris et al. (2021), quienes

encontraron que la proximidad de recursos florales aumenta significativamente la diversidad y abundancia de insectos benéficos en los hoteles.

La presencia de *Forficula auricularia* en los niveles superiores del segundo hotel es especialmente relevante en el contexto de la anidación. Este insecto, comúnmente conocido como tijereta, mostró una clara preferencia por los tubos superiores del hotel, donde se observó la acumulación de exuvias, lo que indica que este microhábitat proporcionó las condiciones ideales para su refugio y desarrollo. Las cavidades oscuras y protegidas, junto con la disponibilidad de materia orgánica en descomposición, parecen ser factores clave que facilitaron la anidación y el desarrollo de sus diferentes ciclos biológicos dentro del hotel (Helsen et al., 2022)

Este comportamiento es consistente con la ecología conocida de *Forficula auricularia*, que tiende a buscar refugios húmedos y oscuros durante el día, mientras que por la noche se alimenta activamente de materia vegetal y pequeños insectos (Helsen et al.,2022). La anidación exitosa de *F. auricularia* observada en este estudio sugiere que los hoteles de insectos, cuando están bien diseñados y ubicados cerca de fuentes adecuadas de alimento, pueden servir no solo como refugio, sino también como sitios de reproducción efectivos para ciertas especies.

No obstante, es importante señalar que la abundancia de *Forficula auricularia*, aunque beneficiosa para el control de algunos insectos, puede tener un impacto negativo en otras especies o en la misma estructura del hotel. Harris et al. (2021) y Helsen et al. (2022) mencionan que la alta densidad de especies en los hoteles de insectos puede aumentar el riesgo de parasitismo o enfermedades. Por lo tanto, la observación de las exuvias de *F. auricularia* podría sugerir la necesidad de un monitoreo continuo para asegurar que estas especies no desplacen a otras más benéficas, como los polinizadores.

6. CONCLUSIONES

1. Se logró identificar un total de 16 especies de insectos asociadas a los hoteles de insectos instalados en el campus de la Universidad de La Salle, entre las que se destacan *L. lanio*, *S. furcifera*, *F. auricularia*, y *H. axyridis*. Estas especies presentaron una clara preferencia por los niveles superiores de los hoteles.
2. Los niveles superiores de los hoteles de insectos demostraron ser los más visitados, probablemente debido a que ofrecen condiciones microclimáticas más favorables, como

mayor exposición solar y temperaturas más elevadas, que resultan atractivas para una amplia gama de insectos, incluidos polinizadores y depredadores naturales. En contraste, los niveles inferiores y centrales mostraron una visita considerablemente menor, posiblemente debido a las condiciones de temperatura más bajas y menor incidencia de luz solar en estas áreas.

3. La proximidad de ciertas especies vegetales influyó significativamente en las especies de insectos presentes en los hoteles. En el primer hotel, especies fitófagas como *Lassus lanio* y *S. furcifera* se relacionaron directamente con la planta *A. africanus*, mientras que, en el segundo hotel, la planta *C. viminalis* proporcionó los recursos necesarios para especies como *F. auricularia* y *H. axyridis*. Estos resultados resaltan la importancia de ubicar los hoteles de insectos cerca de la vegetación adecuada alrededor de los hoteles para fomentar la diversidad entomológica y promover la conservación de insectos benéficos.
4. Los hoteles de insectos instalados en el campus de la Universidad de La Salle demostraron ser efectivos en atraer y albergar una variedad de especies entomológicas, contribuyendo al desarrollo y conservación de la biodiversidad local. A su vez, facilitando el desarrollo reproductivo de algunas especies de insectos como *F. auricularia*.

7. RECOMENDACIONES

Para mejorar futuros estudios sobre hoteles de insectos, se recomienda optimizar el diseño de los refugios, probando diferentes materiales para el diseño del hotel, así como, cambiar el tamaño de los niveles e incluir diferentes tipos de material orgánico que proporcionen una mayor variedad de microhábitats. También es clave realizar un monitoreo a largo plazo para entender las dinámicas estacionales y evaluar el impacto de la vegetación circundante en la atracción de insectos. También es importante destacar el hecho de experimentar con la orientación y exposición solar para maximizar la visita. Estas medidas permitirán mejorar la eficacia de los hoteles en la conservación de la biodiversidad entomológica.

8. REFERENCIAS

Beetz J.M, el Jundi B. (2018). Insect Orientation: Stay on Course with the Sun. Current biology: CB 28(17): R933–R936. https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.07.032

Harris B.A, Poole E.M, Braman S.K, Pennisi S.V. (2021). Consumer-Ready Insect Hotels: An Assessment of Arthropod Visitation and Nesting Success. Journal of Entomological Science. 56(2),141–155. https://doi.org/10.18474/0749-8004-56.2.141

MacIvor J.S, Cabral J.M, Packer L. (2014). Pollen specialization by solitary bees in an urban landscape. Urban Ecosystems. 17(1), 139–147. https://doi.org/10.1007/s11252-013-0321-4

MacIvor J.S, Packer L. (2015). 'Bee Hotels' as Tools for Native Pollinator Conservation: A Premature Verdict? PLoS ONE 10(3): e0122126. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122126

Nates-Parra G, Parra A, Rodríguez A, Baquero P, Vélez D. (2006). Abejas silvestres (Hymenoptera:Apoidea) en ecosistemas urbanos: Estudio en la ciudad de Bogotá y sus alrededores. Revista Colombiana de Entomología. 32 (1) 77 – 84 http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120 04882006000100013&lng=en&tlng=es

New T.R. Eric Grissell: Bees, wasps, and ants. The indispensable role of Hymenoptera in gardens. Journal Insect Conservation.15(2011), https://link.springer.com/article/10.1007/s10841-011-9408-5

Newman, H. [Ed]. (1971), El mundo de los insectos, España: Salvat editores, S.A

Steffan-Dewenter, I., Münzenberg, U., Bürger, C., Thies, C., & Tscharntke, T. (2002). Scale Dependent Effects of Landscape Context on Three Pollinator Guilds. Ecology, 83(5), 1421–1432. https://doi.org/10.2307/3071954

Robinson, W. H. (2005). Urban insects and arachnids. Cambridge University Press.

Fernández, F., Andrade-C., M. G., & Amat, G. (Eds.). (2000). *Insectos de Colombia: Volumen 3*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

Brimblecombe, P., Jeannottat, L., & Querner, P. (2023). *Insect distribution in a vacant multi-level office building*. *Insects*, *14*(7), 578. https://doi.org/10.3390/insects14070578.

Ferreiro, N. (2024). *Una propuesta para la conservación de la biodiversidad de insectos en el ambiente urbano*.

Woltz, J.M., R. Isaacs and D.A. Landis. 2012. Landscape structure and habitat management differentially influence insect natural enemies in an agricultural landscape. Agric. Ecosys. Environ. 152: 40–49.

Frank, S. D., & Shrewsbury, P. M. (2010). Forficula auricularia: Ecology and potential in biological control. *Journal of Integrated Pest Management, 10*(1), 21. https://doi.org/10.1603/IPM10021

Helsen, H., Roen, D., & Simonet, S. (2022). Feeding behavior of Forficula auricularia and implications for pest control. *Journal of Economic Entomology, 115*(3), 852–862. https://doi.org/10.1093/jee/toac065

Mo, X., Wang, Z., & Ying, C. (2023). Urban insects: Biodiversity, ecology, and conservation. *Frontiers in Ecology*. Recuperado de https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2023.00989