



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
INGENIERÍA FORESTAL

**Riqueza de órdenes de insectos caminadores en diferentes ecosistemas
en Campus Naturaleza de la Universidad de Concepción**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de
Concepción para otorgar al título profesional de Ingeniero Forestal

POR: Franco Enrique Cantergiani Peña

Profesor Guía: Cristian Echeverría Leal
Daniel Aguilera Olivares

Noviembre, 2024

Concepción, Chile

© 2024, Franco Enrique Cantergiani Peña

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento

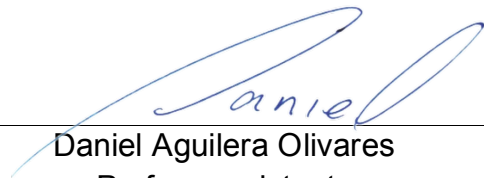
**Riqueza de órdenes de insectos caminadores en diferentes ecosistemas
en Campus Naturaleza de la Universidad de Concepción**

Profesor Guía



Cristian Echeverria Leal
Profesor titular
Ingeniero Forestal, PhD

Profesor Guía



Daniel Aguilera Olivares
Profesor asistente
Licenciado en Biología, Dr.

DEDICATORIA

Querida familia y amigos,

Al concluir la etapa final de mi tesis universitaria, quiero dedicarles estas palabras cargadas de gratitud y cariño. Han sido mi refugio en los momentos más difíciles y mi fuerza en los días de incertidumbre. Cada uno de ustedes ha sido un pilar fundamental en este trayecto, brindándome su apoyo incondicional y alentándome a perseguir mis sueños con valentía.

A través de cada gesto de aliento y cada momento compartido, han sido mi mayor inspiración para alcanzar este logro. Esta entrega final no solo representa mi esfuerzo, sino también el amor y el respaldo inquebrantable que siempre me han brindado. Hoy celebro este hito con ustedes, mi familia amada, y espero seguir construyendo juntos un futuro lleno de éxitos, alegrías y momentos inolvidables. ¡Gracias por ser mi roca y mi motivación constante!

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas e instituciones que contribuyeron de manera significativa a la realización de la investigación.

En primer lugar, quiero extender mi más sincero reconocimiento al Proyecto Campus Naturaleza por su invaluable apoyo y por proporcionar el marco necesario para llevar a cabo este estudio. Su compromiso con la investigación y la conservación ambiental ha sido fundamental para el desarrollo de este proyecto.

Asimismo, deseo expresar mi gratitud al Laboratorio de Entomología (ENTOMOLAB) por su orientación y recursos que facilitaron la realización de este estudio. La colaboración y el conocimiento compartido fueron esenciales para alcanzar los objetivos propuestos.

A Silvana Campos, mi sincero agradecimiento por su inquebrantable paciencia y comprensión, especialmente cuando enfrentamos cambios en las fechas de los trabajos de campo. Su apoyo logístico y disposición fueron fundamentales para el éxito de esta investigación.

A Michelle Acosta, al Profesor Daniel Aguilera y al Profesor Cristian Echeverría, les agradezco profundamente por su orientación, asesoramiento y valiosos aportes que enriquecieron este trabajo.

No puedo dejar de mencionar y agradecer a las personas que participaron en el trabajo de campo, especialmente a Paulina Ibañez y Cristóbal Medina, cuya colaboración y dedicación fueron imprescindibles para la recolección de muestras y el desarrollo adecuado de la investigación.

A todos y cada uno de ustedes, mi más sincero reconocimiento y agradecimiento por su contribución y apoyo incondicional en este proyecto. Sin su ayuda y compromiso, esta investigación no habría sido posible. Muchas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido	
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
III. METODOLOGÍA	6
Descripción del área de estudio	6
Protocolo de muestreo	8
Diseño de muestreo	8
Colecta de muestras	12
Análisis de datos.	13
IV. RESULTADOS	15
Abundancia de órdenes de insectos y artrópodos.....	15
Análisis estadístico.....	18
Riqueza de órdenes de insectos por ecosistema	32
V. DISCUSIÓN	36
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. GLOSARIO	41
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	42
IX. APÉNDICE.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados análisis de similitud entre condiciones en la temporada de otoño. Sobre la diagonal se representan los p-values y bajo la diagonal R-values (ANOSIM).....	20
Tabla 2. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos entre Humedal y <i>E. globulus</i> en la temporada de otoño, average : promedio de contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos, p : valor de la significancia estadística.....	21
Tabla 3. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y Bosque Nativo en la temporada de otoño, average : promedio de contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos, p : valor de la significancia estadística.....	21
Tabla 4. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre <i>E. globulus</i> y Bosque Nativo en la temporada de otoño, average : promedio de contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos, p : valor de la significancia estadística.....	22
Tabla 5. Resultados análisis de similitud entre condiciones en la temporada de primavera. Sobre la diagonal se representan los p-values y bajo la diagonal R-values (ANOSIM).....	24
Tabla 6. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y <i>E. globulus</i> en la temporada de primavera, average : promedio de contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos, p : valor de la significancia estadística.....	25
Tabla 7. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y Bosque Nativo en la temporada de primavera, average : promedio de contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos, p : valor de la significancia estadística.....	26
Tabla 8. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos entre <i>E. globulus</i> y Bosque Nativo en la temporada de primavera, average : promedio de contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos, p : valor de la significancia estadística.....	27
Tabla 9. Resultados análisis de similitud entre condiciones en la temporada de verano. Sobre la diagonal se representan los p-values y bajo la diagonal R-values (ANOSIM).....	29

Tabla 10. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y <i>E. globulus</i> en la temporada de verano, average : promedio de contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos, p : valor de la significancia estadística.....	30
Tabla 11. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y Bosque Nativo en la temporada de verano, average : promedio de contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos, p : valor de la significancia estadística.....	31
Tabla 12. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre <i>E. globulus</i> y Bosque Nativo en la temporada de verano, average : promedio de contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos, p : valor de la significancia estadística.....	32
Tabla 13. Comparación de la Composición de Órdenes de Insectos en otoño entre Ecosistemas. H: Humedal, Eg: Plantación de <i>E. globulus</i> , Bn: Bosque Nativo.....	33
Tabla 14. Comparación de la Composición de Órdenes de Insectos en primavera entre Ecosistemas. H: Humedal, Eg: Plantación de <i>E. globulus</i> , Bn: Bosque Nativo.....	34
Tabla 15. Comparación de la Composición de Órdenes de Insectos en verano entre Ecosistemas. H: Humedal, Eg: Plantación de <i>E. globulus</i> , Bn: Bosque Nativo.....	35
Tabla 16. Resumen de los resultados de las pruebas de Chi-cuadrado para cada estación, destacando la magnitud de las diferencias en la distribución de insectos entre los ecosistemas analizados.....	35
Tabla A.1. Abundancia de órdenes de insectos y artrópodos encontrados en las distintas condiciones muestreadas en diferentes estaciones en el Campus Naturaleza durante el año 2023 -2024.....	46
Tabla A.2. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos entre Humedal y <i>E. globulus</i> en la temporada de otoño. Average : promedio de la contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos. Sd : desviación estándar. Ratio : razón entre el promedio y la desviación estándar. Ava y avb : representan la abundancia promedio de la variable en el primer y segundo grupo. Cumsum : porcentaje acumulado de la contribución de cada variable a la disimilitud total. P : valor que indica la significancia estadística.....	49

Tabla A.3. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y Bosque Nativo en la temporada de otoño. **Average:** promedio de la contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos. **Sd:** desviación estándar. **Ratio:** razón entre el promedio y la desviación estándar. **Ava y avb:** representan la abundancia promedio de la variable en el primer y segundo grupo. **Cumsum:** porcentaje acumulado de la contribución de cada variable a la disimilitud total. **P:** valor que indica la significancia estadística.....50

Tabla A.4. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre *E. globulus* y Bosque Nativo en la temporada de otoño. **Average:** promedio de la contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos. **Sd:** desviación estándar. **Ratio:** razón entre el promedio y la desviación estándar. **Ava y avb:** representan la abundancia promedio de la variable en el primer y segundo grupo. **Cumsum:** porcentaje acumulado de la contribución de cada variable a la disimilitud total. **P:** valor que indica la significancia estadística.....51

Tabla A.5. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y *E. globulus* en la temporada de primavera. **Average:** promedio de la contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos. **Sd:** desviación estándar. **Ratio:** razón entre el promedio y la desviación estándar. **Ava y avb:** representan la abundancia promedio de la variable en el primer y segundo grupo. **Cumsum:** porcentaje acumulado de la contribución de cada variable a la disimilitud total. **P:** valor que indica la significancia estadística.....52

Tabla A.6. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y Bosque Nativo en la temporada de primavera. **Average:** promedio de la contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos. **Sd:** desviación estándar. **Ratio:** razón entre el promedio y la desviación estándar. **Ava y avb:** representan la abundancia promedio de la variable en el primer y segundo grupo. **Cumsum:** porcentaje acumulado de la contribución de cada variable a la disimilitud total. **P:** valor que indica la significancia estadística.....53

Tabla A.7. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos entre *E. globulus* y Bosque Nativo en la temporada de primavera. **Average:** promedio de la contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos. **Sd:** desviación estándar. **Ratio:** razón entre el promedio y la desviación estándar. **Ava y avb:** representan la abundancia promedio de la variable en el primer y segundo grupo. **Cumsum:** porcentaje acumulado de la contribución de cada variable a la disimilitud total. **P:** valor que indica la significancia estadística.....54

Tabla A.8. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y *E. globulus* en la temporada de verano. **Average:** promedio de la contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos. **Sd:** desviación estándar. **Ratio:** razón entre el promedio y la desviación estándar. **Ava y avb:** representan la abundancia promedio de la variable en el primer y segundo grupo. **Cumsum:** porcentaje acumulado de la contribución de cada variable a la disimilitud total. **P:** valor que indica la significancia estadística.....55

Tabla A.9. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y Bosque Nativo en la temporada de verano. **Average:** promedio de la contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos. **Sd:** desviación estándar. **Ratio:** razón entre el promedio y la desviación estándar. **Ava y avb:** representan la abundancia promedio de la variable en el primer y segundo grupo. **Cumsum:** porcentaje acumulado de la contribución de cada variable a la disimilitud total. **P:** valor que indica la significancia estadística.....56

Tabla A.10. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre *E. globulus* y Bosque Nativo en la temporada de verano. **Average:** promedio de la contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos. **Sd:** desviación estándar. **Ratio:** razón entre el promedio y la desviación estándar. **Ava y avb:** representan la abundancia promedio de la variable en el primer y segundo grupo. **Cumsum:** porcentaje acumulado de la contribución de cada variable a la disimilitud total. **P:** valor que indica la significancia estadística.....57

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Sitio de estudio donde se aprecia el límite de la Universidad de Concepción en la comuna de Concepción, Chile, con los distintos tipos de uso de suelo en el cual se encuentra el proyecto Campus Naturaleza.....	7
Figura 2. Trampa de suelo o <i>pitfall</i> instalada en punto de muestreo año 2023 - 2024 Campus naturaleza.....	9
Figura 3. Ubicación de los puntos de muestreo en Campus Naturaleza. Los puntos rojos representan las zonas de estudio: Humedal: 1-2-3, plantación de <i>Eucalyptus globulus</i> : 4-5-6 y Bosque Nativo: 7-8-9.....	10
Figura 4. Abundancia de órdenes de insectos y artrópodos en distintos ecosistemas en Campus Naturaleza.....	15
Figura 5. Porcentaje de abundancia por orden de insectos identificados en Campus Naturaleza en el año 2023 – 2024.....	18
Figura 6. NMDS de órdenes de insectos caminadores en tres ecosistemas, en el Campus Naturaleza durante la estación de otoño.....	19
Figura 7. NMDS de órdenes de insectos caminadores en tres ecosistemas, en el Campus Naturaleza durante la estación de primavera.....	23
Figura 8. NMDS de órdenes de insectos caminadores en tres ecosistemas, en el Campus Naturaleza durante la estación de verano.....	28
Figura A.1. Abundancia de órdenes de insectos y artrópodos en distintos ecosistemas durante la estación de otoño en el Campus Naturaleza 2023.....	47
Figura A.2. Abundancia de órdenes de insectos y artrópodos en distintos ecosistemas durante la estación de primavera en el Campus Naturaleza 2023.....	47
Figura A.3. Abundancia de órdenes de insectos y artrópodos en distintos ecosistemas durante la estación de verano en el Campus Naturaleza 2024.....	48

RESUMEN

El estudio se centra en la comparación de la riqueza de órdenes de insectos caminadores en tres ecosistemas y distintas temporadas en el Campus Naturaleza de la Universidad de Concepción, ubicado en la Región del Biobío. El objetivo es evaluar cómo las condiciones ambientales y variación estacional influyen en el ensamble de insectos, expresado en términos de abundancia y riqueza de órdenes. Se realizaron muestreos durante el otoño, primavera y verano, dividiendo el área de estudio en tres ecosistemas: humedal, bosque nativo y plantación de *Eucalyptus globulus*. Se utilizaron trampas de suelo o *pitfall* distribuidas aleatoriamente para capturar insectos en cada ecosistema. Los resultados muestran que el orden Diptera, considerando el total de las muestras es el más abundante dentro de este estudio. En primavera, se observó un aumento en los ejemplares de Diptera en los tres ecosistemas y un incremento de Coleoptera en *E. globulus*. En *E. globulus* se destacó en términos de abundancia de insectos, mientras que el Bosque Nativo presentó una mayor riqueza de órdenes, lo que refleja una mayor diversidad en este ecosistema. Por ende, para mantener la diversidad de órdenes de insectos en el Campus Naturaleza, se debe buscar la preservación y restauración de los ecosistemas. La creación de corredores biológicos que son fundamentales y el monitoreo de los órdenes menos comunes.

ABSTRACT

The study focuses on comparing the richness of insect orders across three ecosystems over different seasons at the Campus Naturaleza of the Universidad de Concepción, located in the Biobío Region. The objective is to assess how environmental conditions and seasonal variation influence the insect assemblage, expressed in terms of abundance and order richness. Sampling was conducted during autumn, spring, and summer, dividing the study area into three ecosystems: wetland, native forest, and an *Eucalyptus globulus* plantation. Ground or *pitfall* traps were randomly distributed to capture insects in each ecosystem. The results show that, overall, Diptera is the most abundant order observed in this study. In spring, there was an increase in Diptera specimens across all three ecosystems, along with a rise in Coleoptera within the *E. globulus* plantation. The *E. globulus* ecosystem stood out in terms of insect abundance, while the native forest exhibited greater order richness, indicating higher diversity in this ecosystem. Therefore, to maintain insect order diversity at Campus Naturaleza, ecosystem preservation and restoration are essential. Likewise, the establishment of biological corridors and monitoring of less common orders are fundamental.

I. INTRODUCCIÓN

La red de interacciones ecológicas es esencial para un adecuado funcionamiento de los ecosistemas, asimismo, la conservación de la gran variedad de seres vivos permite contrarrestar la extinción de los elementos de la biodiversidad como especies, genes y ecosistemas (Naemm et al., 1999), que puede causar un empobrecimiento en el funcionamiento de los ecosistemas (Kremen 2005). Esta diversidad es de gran relevancia porque permite ofrecer servicios ecosistémicos fundamentales para la gestión forestal, como la regulación del clima, ciclo del agua, purificación del aire, etc. Sin embargo, es lamentable que en los últimos años hayamos sido testigos de una pérdida histórica de especies que persiste (Gay 2001).

Desde una perspectiva ecológica, la riqueza ambiental de un ecosistema juega un papel crucial al garantizar la integridad y sostenibilidad de sus funciones (Bonn y Gaston 2005). Así entregando las herramientas necesarias para permitir el equilibrio entre especies con el ecosistema, desarrollando estructuras de paisajes heterogéneos formando diferentes tipos de patrones de hábitat (Turner 1989), al igual que un proceso de funciones en el comportamiento de los organismos según el paisaje (Turner 1989, Wiens 2002). No obstante, la ecología de paisajes señala que la extensión del área y la temporalidad son factores determinantes

que definen la capacidad para captar la interacción entre los patrones y procesos del paisaje (Forman, 1995).

Los bosques nativos destacan por su amplia diversidad, especialmente aquellos que albergan árboles maduros de gran tamaño, (Lindenmayer y Hobbs 2004). Pese a eso, es importante señalar que los bosques nativos han sido sometidos a una intensa explotación y degradación en diversas partes del mundo, lo que ha resultado en una notable pérdida de servicios ecosistémicos (Vargas 2011).

Entre los años 2001 y 2015, se registró una disminución significativa de 714 millones de hectáreas de cubierta arbórea autóctona en todo el mundo (Hansen et al., 2013; Curtis et al., 2018). De esta pérdida, aproximadamente el 26% se atribuye a la actividad de silvicultura (Hansen et al., 2013; Curtis et al., 2018). Esto se refleja en el aumento de la superficie de reforestación con especies exóticas a mediados del siglo pasado (Camus, 2006). Debido a esto, la gestión sostenible y la certificación de biodiversidad en áreas de reforestación, que están en aumento (Lindenmayer y Hobbs, 2004), son esenciales para incrementar la protección de especies, controlar la erosión, mitigar el cambio climático y mejorar el bienestar.

Dentro de los bosques nativos existe una amplia diversidad de especies de insectos, los cuales toman el papel de bioindicadores de la red de interacciones

biológicas (Brown 1997, Kitahara y Sei 2001, Figueroa Jara et al. 2003, Maes et al. 2004). Sin embargo, en los bosques nativos existen propulsores de daños comunes como defoliación con *Brachysternus prasinus* (Guérin, 1830), taladradores de cortezas *Achenoderus octomaculatus* (Fairmaire y Germain, 1861), insectos dañadores de brotes como el *Hornius grandis* (Philippi y Philippi, 1864) y *Callisphyrus semicaligatus* (Fairm. y Germ., 1859).

Para las plantaciones de monocultivo, los insectos que son reconocidos como plagas deben presentar causas refutables de pérdidas económicas (Huffaker y Messenger, 1992a). Como lo representa la polilla del brote del pino, *Rhyacionia buoliana* y el defoliador de *Eucalyptus* sp que genera pérdidas económicas *Gonipterus scutellatus* Gyllenhal (Withers, 2001). Esto es debido a diferentes factores ambientales como: sectores húmedos, con alto porcentaje de sotobosque, efecto borde en los parches y la diferencia de especies arbóreas que se encuentren establecidas en el sector (De Cauwer et al., 2006, Herrera & Cuevas, 2003, Pincheira Solís, 2018)

Los insectos pueden realizar función de bioindicadores de perturbaciones, debido a que son organismos ectotermos (Campos & Fernández 2002, Pulido et al. 2003, Restrepo et al. 2003, Amat-García & Reyes-Castillo 2007, Noriega et al. 2007b,2008). Los organismos ectotermos son aquellos cuya temperatura corporal está determinada por la temperatura del ambiente circundante, por ende,

estos organismos dependen de fuentes externas de calor, como el sol, para poder realizar sus actividades (Smith et al. 2010). Al igual que los microhábitats como los helechos, la hojarasca y el sotobosque pueden disminuir la temperatura del aire en 1 - 2°C y reducir el tiempo de exposición de los organismos a temperaturas extremas y, por tanto, disminuir la vulnerabilidad de las comunidades hasta 32 veces (Scheffers et al. 2013).

En Campus Naturaleza, cuya extensión alcanza las 186 hectáreas pertenecientes a la Universidad de Concepción, existen ecosistemas nativos y modificados cuya diversidad de insectos se desconoce. El predio se encuentra en la zona peri-urbana de la ciudad de Concepción y está cubierto principalmente de plantaciones de *E. globulus*. También, se pueden encontrar formaciones de bosque nativo que cubren un total de 19,93 ha de superficie, junto con áreas que albergan humedales de importancia ecológica. Existen cerca de siete especies de flora y fauna amenazada en diferentes tipos de ecosistema en este lugar (Ricciardi et al. 1998). Es importante resaltar la presencia de una abundante vegetación de sotobosque que se extiende a lo largo de gran parte del predio, enriqueciendo el ecosistema y proporcionando hábitats vitales para la diversidad de insectos caminadores que fueron objeto de estudio en esta investigación.

En este estudio se comparó la riqueza de órdenes de insectos caminadores en tres tipos de ecosistemas y en distintas temporadas en el Campus Naturaleza entre el año 2023 y 2024.

Pregunta de investigación

¿Cómo influyen las condiciones ambientales en el ensamble de insectos?

Objetivo general:

Caracterizar el ensamble de insectos caminadores en tres tipos de ecosistemas y a lo largo de tres estaciones climáticas en Campus Naturaleza.

Objetivos específicos:

- 1) Colectar insectos en tres ecosistemas contrastantes en distintas estaciones del año en Campus Naturaleza.
- 2) Describir y comparar tres ecosistemas en función de la abundancia de órdenes de insectos en distintas estaciones del año en Campus Naturaleza.
- 3) Describir y comparar tres ecosistemas en función de la riqueza de órdenes de insectos en distintas estaciones del año en Campus Naturaleza.

III. METODOLOGÍA

Descripción del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la comuna de Concepción, específicamente en el Campus Naturaleza (36°49'43.53"S; 73°1'52.33"O) de la Universidad de Concepción (Figura 1). Este sector presenta un clima templado cálido, con temperaturas medias anuales de 12,4°C, 1.235 mm de precipitaciones y 81% de humedad relativa (Riffo y Villarroel 2000). Se estudiaron tres ecosistemas del Campus Naturaleza: humedal con especies nativas, bosque nativo y plantación de especie exótica *E. globulus*. La plantación de *E. globulus* está compuesta de varios rodales que se diferencian según el año de plantación: 1991, 1997, 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2007 y 2008. Cada actividad fue realizada con el debido cuidado y el mínimo impacto posible en el área de trabajo, debido a que se encuentran especies protegidas como: *Citronella mucronata*, *Pitavia punctata*, *Berberis negeriana* y en fauna se encuentran especies como *Scelorchilus rubecula*, *Aegla conceptionensis*, *Eupsophus roseus*, *Leopardus guigna*, *Galictis cuja*, *Dromiciops gliroides*, *Pudu puda*, *Lycalopex culpaeus*.

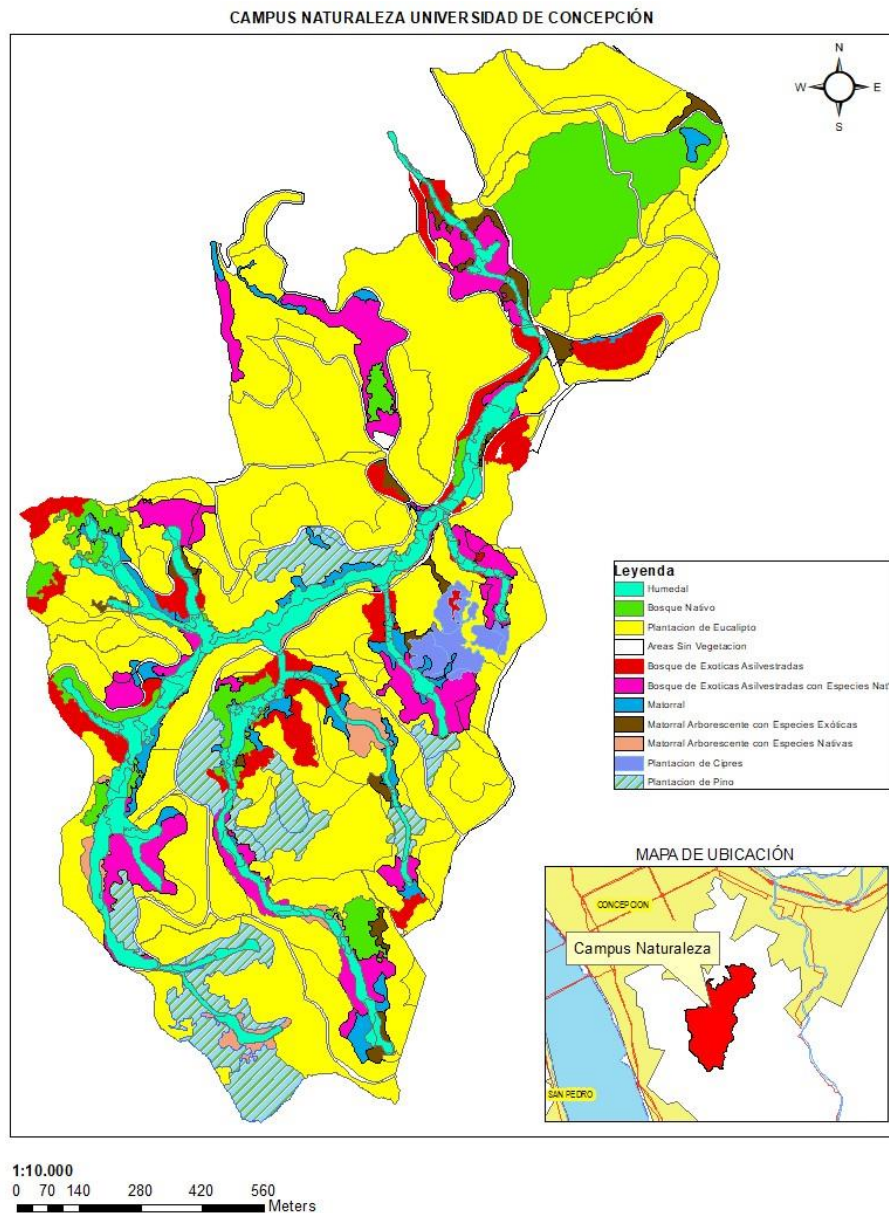


Figura 1. Sitio de estudio donde se aprecia el límite de la Universidad de Concepción en la comuna de Concepción, Chile, con los distintos tipos de uso de suelo en el cual se encuentra el proyecto Campus Naturaleza.

Protocolo de muestreo

En el área de estudio, se llevó a cabo un muestreo de insectos caminadores mediante un enfoque temporal por parte del proyecto Campus Naturaleza en el año 2023 - 2024. El muestreo se dividió en tres períodos: otoño, primavera y verano. Se realizaron muestreos de cuatro días consecutivos, evitando los días de lluvia.

Se verificó el área objetivo del estudio, que consiste en las tres condiciones. En cada uno de los sitios se realizó la instalación de trampas *pitfall* o trampas de suelo. Se instalaron 15 por ecosistema, dando un total de 45 trampas, para permitir la captura de los insectos que se encuentren habitando dichos lugares.

Se realizó una limpieza en el área donde las trampas fueron instaladas, aplicando las medidas necesarias para mitigar cualquier actividad que pudiera permitir que los insectos evadieran las trampas de suelo.

Diseño de muestreo

Las trampas se instalaron mediante una pequeña excavación, que permitió que quedaran a nivel del suelo. Fue necesario asegurar que el agujero donde se instalaron tuviera una profundidad de 14 cm, para que las trampas quedaran estables y no presentaran problemas de estabilidad (Figura 2).



Figura 2. Trampa de suelo o *pitfall* instalada en punto de muestreo año 2023 – 2024 Campus Naturaleza.

El contenido de las trampas consistió en una mezcla de agua y jabón neutro. El jabón neutro desempeña una función crucial al romper la tensión superficial del agua, lo que impide que el insecto tenga la capacidad de escapar una vez que cae en la trampa. Es importante destacar que se utilizó jabón neutro en lugar de otros productos que contuvieran azúcar o algún aroma llamativo. Esto se debe a la necesidad de evitar atraer a la especie *Dromiciops gliroides*, la cual está siendo monitoreada en Campus Naturaleza.

Estas trampas fueron distribuidas de forma aleatoria dentro de cada sector de muestreo. En cada sector o parcela, se realizó un total de cinco agujeros, los cuales se replicaron tres veces por ecosistema y se establecieron en las tres condiciones estudiadas (Figura 3).

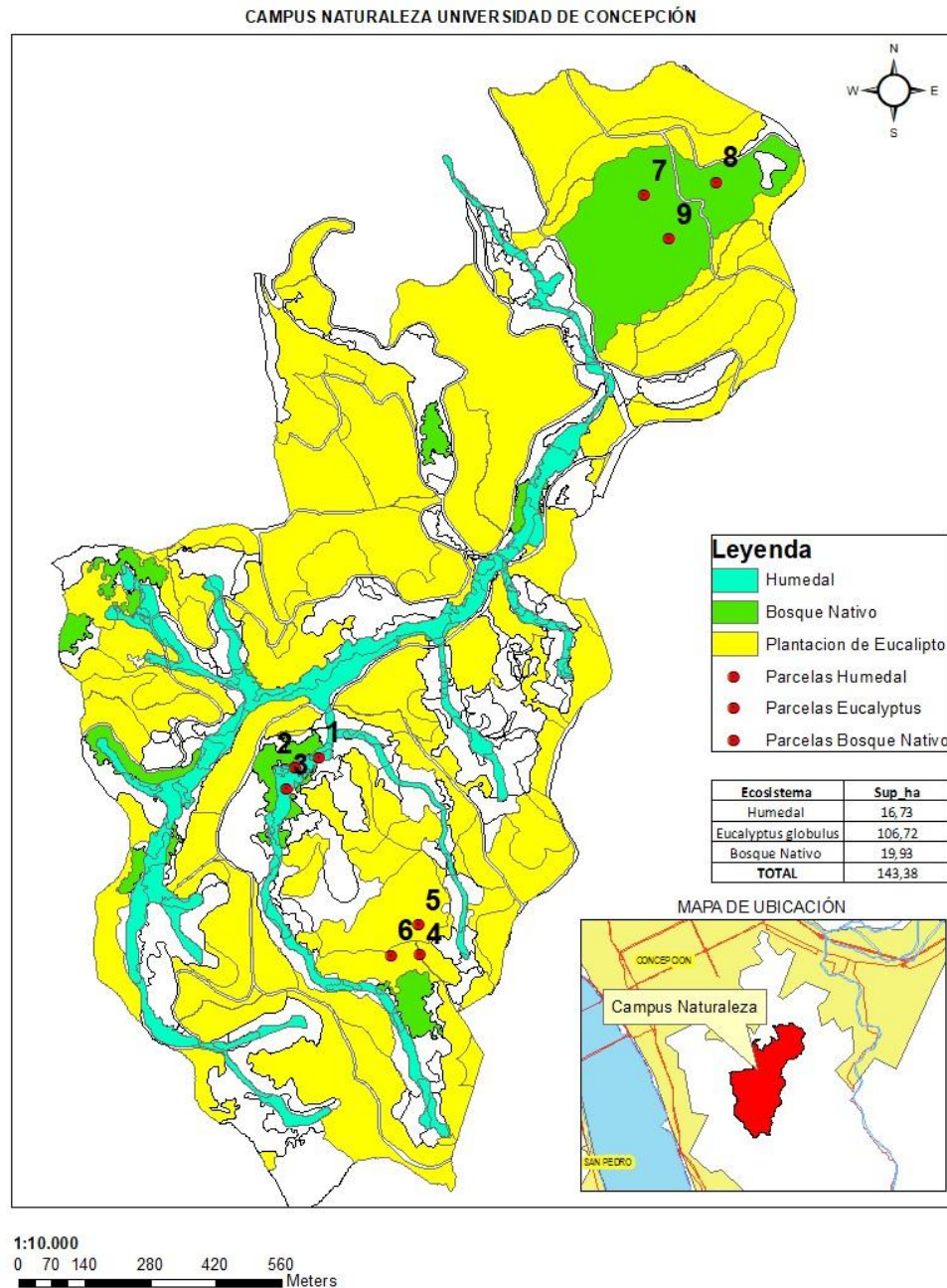


Figura 3. Ubicación de los puntos de muestreo en Campus Naturaleza. Los puntos rojos representan los ecosistemas bajo estudio: humedal: 1-2-3, plantación de *Eucalyptus globulus*: 4-5-6 y bosque nativo: 7-8-9.

En primer lugar, se enfocó en el sector del Humedal, el cual presenta tres zonas de muestreo designadas como 1-2-3, se presentan en color rojo todos los puntos de muestreo en los 3 ecosistemas. Estas zonas se encuentran ubicadas a distancias aleatorias entre sí. Específicamente, la parcela N°1 se encuentra a una distancia de 80 metros de la parcela N°2, mientras que la N°2 se sitúa a una distancia de 40 metros de la N°3. Sin embargo, es importante tener en cuenta que entre estos puntos de trabajo existe una densa cantidad de sotobosque.

La segunda condición forestal se centra en una plantación de *E. globulus* en color amarillo. Al igual que en la primera condición, se establecieron tres puntos de muestreo, con un total de cinco trampas *pitfall* por punto. Cada punto de muestreo se configura con un diseño de trampas ligeramente diferente.

La última condición forestal fue el parche de bosque nativo más grande del predio en color verde. En esta área, el suelo presentó una mayor cantidad de materia orgánica. Por lo tanto, se tuvo precaución al realizar los agujeros de muestreo, ya que podría haber insectos presentes en estos lugares. Los puntos de muestreo se seleccionaron estratégicamente en áreas donde se encontraban restos de madera, troncos, ramas, entre otros elementos. Se identificaron puntos de descomposición, donde la materia orgánica estaba en proceso de descomponerse. Estos lugares ofrecieron una mayor probabilidad de recolectar insectos caminadores, lo cual contribuyó a obtener una muestra representativa de la riqueza de órdenes de insectos en esta condición forestal.

Colecta de muestras

En el proceso de recolección de individuos tras su captura en las trampas, se llevó a cabo un filtrado del contenido líquido presente en el recipiente. Este filtrado se efectuó a través de un colador, separando así a los individuos del líquido circundante. Luego, los individuos fueron transferidos a frascos de muestra que contenían una solución de alcohol al 70%v/v, con el propósito de preservar de manera óptima las muestras.

Una vez completada esta fase, los frascos fueron transportados al laboratorio para someter a los individuos a un proceso de identificación a nivel de orden bajo una lupa estereoscópica. La identificación se realizó con el uso de claves dicotómicas y la ayuda de bibliografía como “Entomología Económica” (Artigas, 1994a; Artigas, 1994b), guías de campo “insectos de Chile” y páginas de internet (iNaturalist, n.d). Este enfoque integral garantizó una clasificación precisa de los individuos recolectados, contribuyendo así al conocimiento y estudio de la biodiversidad presente en la zona de estudio.

Análisis de datos.

Los datos se registraron como la abundancia de cada uno de los órdenes identificados según fecha de muestreo, número de trampa y el ecosistema.

Se realizó un Escalamiento Multidimensional No Métrico, más conocido como NMDS según sus siglas en inglés, utilizando una matriz de distancia de Bray Curtis. Este análisis emergió como una herramienta estadística de gran relevancia en el contexto de análisis multivariados, destinada a la representación visual de similitudes o diferencias entre muestras en un espacio de dimensiones reducidas. En contraste con el escalamiento multidimensional métrico, el NMDS se caracterizó por su capacidad para prescindir de la suposición de relaciones lineales entre las variables, lo cual lo convirtió en una elección apropiada cuando las relaciones eran intrínsecamente no lineales o no podían ser cuantificadas de manera métrica.

Luego, se realizó un análisis estadístico que permite verificar la similitud entre comunidades biológicas, este lleva por nombre ANOSIM (Analysis of Similarities). Es utilizado para verificar si existen diferencias significativas en la composición de especies entre dos o más grupos (Clarke y Green, 1988). Lo que es una herramienta que permitió comprender la estructura y función de las comunidades biológicas (Gotelli y Ellison, 2004).

Finalmente, se realizó un SIMPER (Similarity Percentages), que es una prueba estadística que permitió determinar cuál o cuáles especies contribuyen a las diferencias entre los grupos de muestras (Clarke, 1993). Este análisis calculó la contribución de cada especie a la similitud o disimilitud entre los grupos, lo que permitió identificar las especies más importantes al momento de la diferenciación entre los grupos (Clarke & Warwick, 1994).

Para evaluar la existencia de diferencias significativas en la riqueza de órdenes de insectos entre los diferentes ecosistemas estudiados, se realizó una prueba de Chi-cuadrado. Este análisis fue adecuado para comprobar si el número de diferentes órdenes de insectos en los diversos ecosistemas coincidía con lo que se esperaría si no hubiera diferencias en los órdenes de insectos entre esos ecosistemas.

$$X^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

IV. RESULTADOS

Abundancia de órdenes de insectos y artrópodos.

Se identificaron 851 muestras clasificadas en 12 órdenes de insectos (Tabla A.1) (Figura 4). El orden de insecto con mayor abundancia durante todo el muestreo fue Diptera con un total de 250 ejemplares, el cual representó un 29,4% de la abundancia total. El segundo orden con mayor abundancia fue Blattodea con un total de 174 ejemplares y una representación del 20,4%. La menor representatividad estuvo dada por cinco órdenes: Mecoptera (0,8%), Siphonaptera (0,2%), Psocoptera (0,2%) (Figura 5).

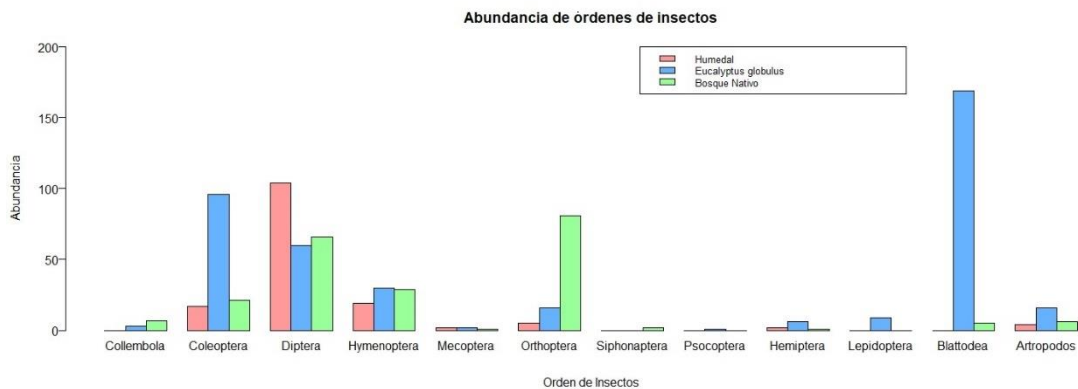


Figura 4. Abundancia de órdenes de insectos y artrópodos en distintos ecosistemas en Campus Naturaleza.

En otoño los muestreos revelaron una diversidad y abundancia de órdenes de insectos generalmente menor que en otras estaciones (Figura A.1). Coleoptera

dominó en el ecosistema de *Eucalyptus globulus* (19 individuos), mientras que Diptera fue más abundante en el humedal (12 individuos); sin embargo, Coleoptera y Diptera fueron los órdenes que dominaron en esta estación con un 38% - 28,2%. El bosque nativo presentó una distribución más equilibrada, Hymenoptera, Orthoptera y artrópodos con un total de cinco ejemplares por orden.

Durante la estación de primavera, se observó un aumento en la diversidad y abundancia de insectos (Figura A.2). Coleoptera y Diptera fueron los órdenes más abundantes, con Coleoptera destacando en *E. globulus* (65 individuos) y Diptera mostrando niveles similares en los tres ecosistemas: con 54 en el humedal, 41 en *E. globulus* y 41 en el bosque nativo.

El bosque nativo presentó una distribución más equilibrada entre los diferentes órdenes y artrópodos, con Collembola (7 individuos), Coleoptera (20 individuos), Diptera (41 individuos), Hymenoptera (6 individuos), Mecoptera (1 individuo), Orthoptera (14 individuos), Siphonaptera (2 individuos) y artrópodos (5 individuos).

En términos porcentuales, Diptera representó el 46,4% de la abundancia total de insectos, seguido de Coleoptera con el 33,4%. Otros órdenes tienen una representación significativamente menor, como Orthoptera con el 8,2%, y Hymenoptera con el 2,7%.

El muestreo de verano (Figura A.3) presentó un cambio significativo en la composición de insectos. Blattodea destacó en *E. globulus* con 169 individuos, representando el 35,1% de la abundancia total de insectos durante esta estación. Por otro lado, Orthoptera dominó en el bosque nativo con 67 individuos, lo que corresponde al 16,0% del total. El humedal demostró una mayor abundancia de Diptera con 50 individuos, mientras que este orden también está presente en *E. globulus* y el bosque nativo con 19 y 25 individuos, respectivamente, sumando un total de 94 individuos, equivalente al 19,3% del total.

En la temporada estival se obtuvieron nuevos órdenes como Hemiptera (9 individuos en total, 1,8% del total), y Lepidoptera (9 individuos, 1,8%), los cuales estaban ausentes en otras estaciones. El orden Hymenoptera, con una abundancia considerable con 70 individuos, lo que representa el 14,3% del total, distribuidos en 18 individuos en el humedal, 29 en *E. globulus*, y 23 en el bosque nativo.

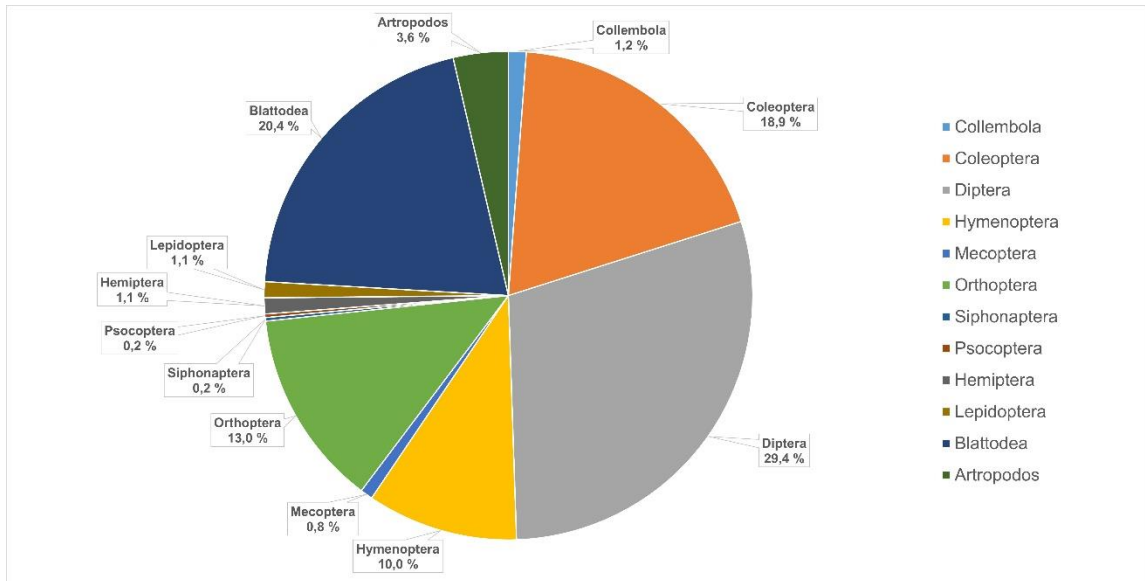


Figura 5. Porcentaje de abundancia por orden de insectos identificados en Campus Naturaleza en el año 2023 – 2024.

Análisis estadístico

En otoño, el análisis NMDS reveló una notable homogeneidad en las comunidades de insectos y artrópodos entre los tres ecosistemas estudiados: bosque nativo, plantación de *E. globulus* y humedal (Figura 6). Se aprecia una marcada superposición de las elipses que representan cada ecosistema, con la mayoría de los puntos agrupados estrechamente en el centro del gráfico. Esta convergencia sugiere que, durante el otoño las comunidades de artrópodos en estos distintos hábitats comparten una composición similar.

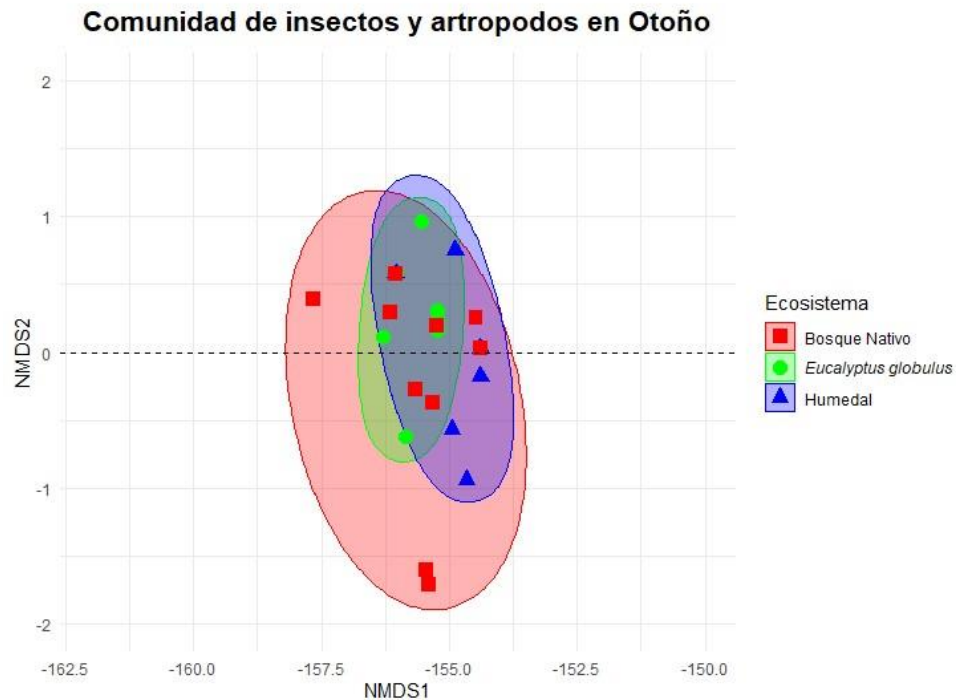


Figura 6. NMDS de órdenes de insectos caminadores en tres ecosistemas, en el Campus Naturaleza durante la estación de otoño.

El análisis de similitud (ANOSIM) con los datos de otoño reflejó una diferencia significativa en la composición de órdenes de insectos entre el Humedal - *E. globulus*. Mientras que las comparaciones entre Humedal - Bosque Nativo y *E. globulus* y Bosque Nativo no muestran una diferencia significativa, por ende, las diferencias entre la composición de insectos entre esos ecosistemas son más pequeña.

Tabla 1. Resultados análisis de similitud entre condiciones en la temporada de otoño. Sobre la diagonal se representan los **p-values** y bajo la diagonal **R-values** (ANOSIM).

ANOSIM OTOÑO			
	Humedal	Plantación <i>E. globulus</i>	Bosque Nativo
Humedal	-	0,0087	0,2157
Plantación de <i>E. globulus</i>	0,2925	-	0,2985
Bosque Nativo	0,09111	0,06527	-

La composición de órdenes de insectos entre los ecosistemas de Humedal y *E. globulus* durante la temporada de otoño (Tabla 2), muestra los valores de los órdenes de insectos que se encuentran en estos ecosistemas; sin embargo, Coleoptera y Diptera son los órdenes que más contribuyen a la disimilitud, con valores promedio de 0,3729 - 0,2537 y entregan valores significativos. Mientras que los demás órdenes tienen menor contribución a la disimilitud y no presentan valores p significativos.

Tabla 2. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos entre Humedal y *E. globulus* en la temporada de otoño, **average**: promedio de contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos, **p**: valor de la significancia estadística.

Contraste: Humedal – Plantación de <i>E.globulus</i>		
Orden	average	p
Coleoptera	0,3729	0,002
Diptera	0,2537	0,021
Orthoptera	0,0913	0,627
Hymenoptera	0,046	0,861
Psocoptera	0,0379	0,099
Mecoptera	0,0202	0,734

El contraste entre los ecosistemas de Humedal y Bosque Nativo en la temporada de otoño (Tabla 3). Diptera es el orden de insecto que presenta una mayor contribución a la disimilitud con un valor promedio de 0,25656 y un valor p significativo de 0,025. Los demás órdenes no contribuyen significativamente a la disimilitud, excepto los artrópodos.

Tabla 3. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y Bosque Nativo en la temporada de otoño, **average**: promedio de contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos, **p**: valor de la significancia estadística.

Contraste: Humedal - Bosque Nativo		
Orden	average	p
Diptera	0,25656	0,025
Coleoptera	0,1693	0,996
Artrópodos	0,12286	0,006
Orthoptera	0,11388	0,309
Hymenoptera	0,10701	0,201
Mecoptera	0,04167	0,406

En el contraste de los ecosistemas *E. globulus* y Bosque Nativo en la temporada de otoño, ningún orden contribuyó significativamente a diferenciar entre ecosistemas (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre *E. globulus* y Bosque Nativo en la temporada de otoño, **average**: promedio de contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos, **p**: valor de la significancia estadística.

Contraste: Plantación de <i>E.globulus</i> - Bosque Nativo		
Orden	average	p
Coleoptera	0,29352	0,138
Diptera	0,10646	1,00
Artrópodos	0,10338	0,061
Orthoptera	0,08352	0,729
Hymenoptera	0,08256	0,49
Mecoptera	0,0464	0,376
Psocoptera	0,03153	0,541

Con la llegada de la primavera, se observa un cambio en la estructura de las comunidades de insectos y artrópodos. La elipse (Figura 7) que representa el humedal se separa considerablemente de las que representan el bosque nativo y la plantación de *E. globulus*, indicando una composición de comunidad distintiva. Por su parte, el bosque nativo y la plantación de *E. globulus* muestran cierto grado de superposición, sugiriendo algunas similitudes en sus comunidades.

Comunidad de insectos y artrópodos en Primavera

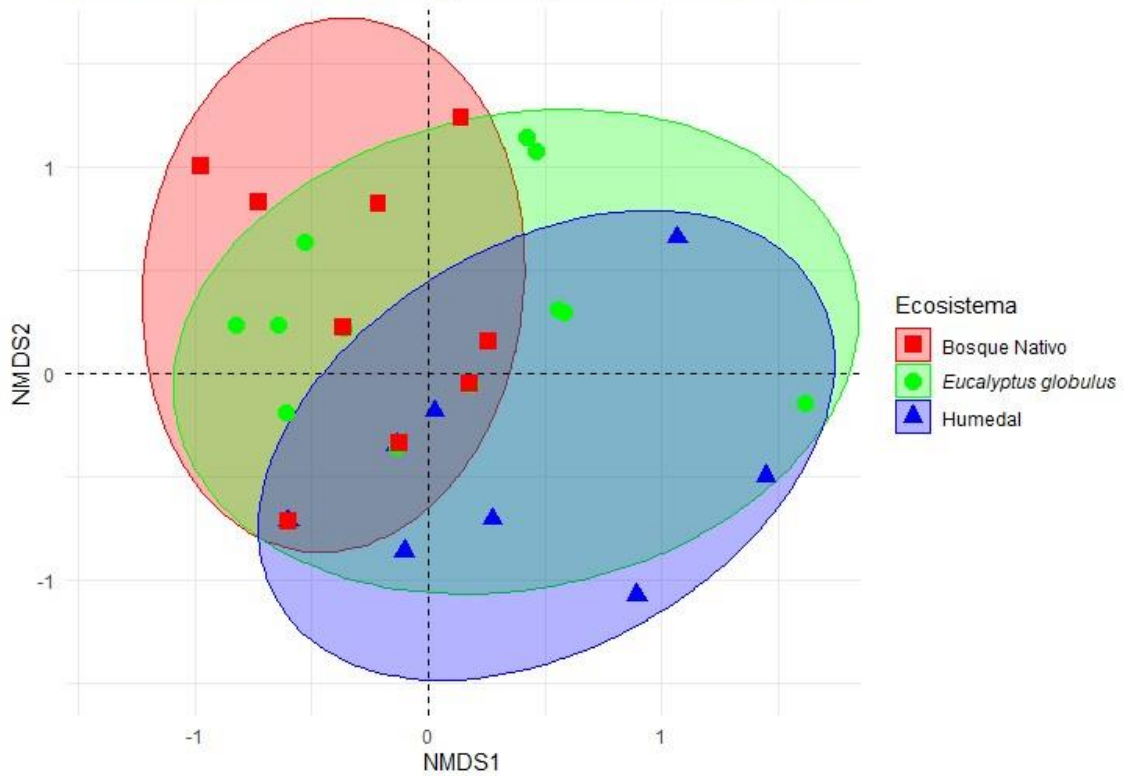


Figura 7. NMDS de órdenes de insectos caminadores en tres ecosistemas, en el Campus Naturaleza durante la estación de primavera.

En el muestreo de primavera, el análisis no muestra una diferencia significativa en la composición de órdenes de insectos en los tres ecosistemas, siendo el valor p mayor a 0,05 en las tres comparaciones y los valores de R bajos.

Tabla 5. Resultados análisis de similitud entre condiciones en la temporada de primavera. Sobre la diagonal se representan los **p-values** y bajo la diagonal **R-values** (ANOSIM).

ANOSIM PRIMAVERA			
	Humedal	Plantación de <i>E. globulus</i>	Bosque Nativo
Humedal	-	0,2685	0,4779
Plantación de <i>E. globulus</i>	0,06346	-	1
Bosque Nativo	0,06342	0,009481	-

La tabla SIMPER entrega los resultados de la comparación de órdenes de insectos en los contrastes de Humedal y *E. globulus* durante la estación de primavera (Tabla 6). El orden Diptera es el que más contribuye a la disimilitud entre estos ecosistemas, presentando un valor promedio de 0,27189 y una contribución acumulada de 43,1%. Por otro lado, Coleoptera también presenta una alta contribución, siendo estadísticamente significativa (Tabla 6), mientras que los otros órdenes presentaron contribuciones menores y no son estadísticamente significativos.

Tabla 6. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y *E. globulus* en la temporada de primavera, **average**: promedio de contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos, **p**: valor de la significancia estadística.

Contraste: Humedal – Plantación de <i>E.globulus</i>		
Orden	average	p
Diptera	0,27189	0,432
Coleoptera	0,2359	0,014
Orthoptera	0,04127	0,948
Artrópodos	0,02792	0,168
Mecoptera	0,02782	0,242
Collembola	0,02657	0,905

Para el contraste de los ecosistemas de Humedal y Bosque Nativo (Tabla 7), Diptera es nuevamente el principal contribuyente a la disimilitud, con una contribución de 0,30849 y un valor p significativo de 0,0333. Los artrópodos, presentan una contribución de 0,03099, que es menor pero también es significativa (Tabla 7), mientras que el resto de los órdenes de insectos tienen una menor contribución y no son significativos.

Tabla 7. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y Bosque Nativo en la temporada de primavera, **average**: promedio de contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos, **p**: valor de la significancia estadística.

Contraste: Humedal - Bosque Nativo		
Orden	average	p
Diptera	0,30849	0,033
Coleoptera	0,13234	0,995
Orthoptera	0,08499	0,166
Collembola	0,04801	0,328
Artrópodos	0,03099	0,015
Mecoptera	0,02487	0,322
Siphonaptera	0,02122	0,103
Hymenoptera	0,00627	0,198

El contraste entre los ecosistemas de *E. globulus* y Bosque nativo durante la temporada de primavera (Tabla 8) muestra que los órdenes de Coleoptera y Diptera tienen una alta contribución a la disimilitud, con promedios de 0,22212 y 0,21856, respectivamente. Sin embargo, ambos presentan valores p no significativos (Tabla 8), lo que sugiere que no hay diferencias estadísticamente relevantes en la composición de insectos entre los ecosistemas durante la primavera.

Tabla 8. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos entre *E. globulus* y Bosque Nativo en la temporada de primavera, **average**: promedio de contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos, **p**: valor de la significancia estadística.

Contraste: Plantación de <i>E. globulus</i> - Bosque Nativo		
Orden	average	p
Coleoptera	0,22212	0,071
Diptera	0,21856	0,99
Orthoptera	0,08413	0,13
Collembola	0,05443	0,108
Siphonaptera	0,01682	0,624
Mecoptera	0,00822	0,923
Hymenoptera	0,00541	0,633

El verano presentó la máxima diferenciación entre las comunidades de insectos y artrópodos de los tres ecosistemas (Figura 8). Se observa una clara separación de las elipses, con el humedal mostrando la mayor distancia respecto a los otros dos ecosistemas. Aunque el bosque nativo y la plantación de *E. globulus* están más cercanos entre sí, también exhiben una separación notable. Esta pronunciada diferenciación sugiere que, durante el verano, cada ecosistema alberga comunidades de insectos y artrópodos altamente específicas. Tal patrón podría ser el resultado de la máxima expresión de las características ecológicas únicas de cada hábitat durante esta estación.

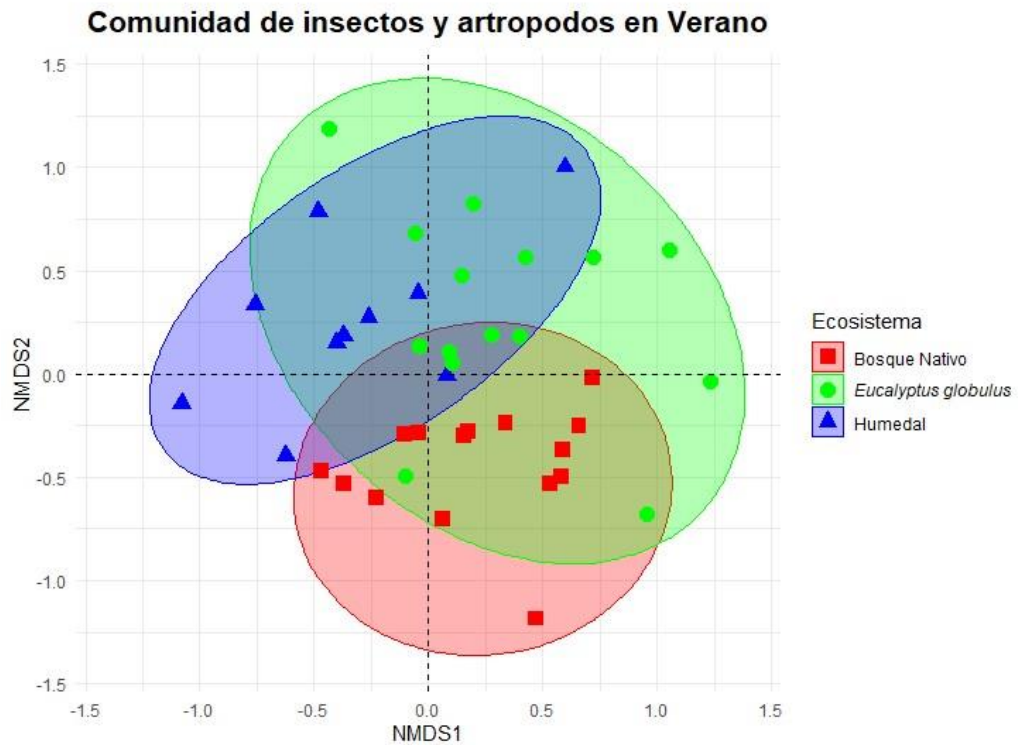


Figura 8. NMDS de órdenes de insectos caminadores en tres ecosistemas, en el Campus Naturaleza durante la estación de verano.

Con los datos obtenidos durante el verano, se realizó el ANOSIM, el cual mostró diferencias significativas entre los tres ecosistemas ($P < 0,001$) en las tres comparaciones. Los valores de R también reflejaron diferencias en la composición de insectos.

Tabla 9. Resultados análisis de similitud entre condiciones sen la temporada de verano. Sobre la diagonal se representan los **p-values** y bajo la diagonal **R-values** (ANOSIM).

ANOSIM VERANO			
	Humedal	Plantación de <i>E. globulus</i>	Bosque Nativo
Humedal	-	0,0003	0,0003
Plantación de <i>E. globulus</i>	0,2648	-	0,0003
Bosque nativo	0,5494	0,3967	-

En el análisis de contraste entre el Humedal y la plantación de *E. globulus* durante el verano, se observó que Blattodea fue el orden con mayor presencia y un valor p significativo (Tabla 10). En cambio, Coleoptera, Lepidoptera y artrópodos mostraron una menor presencia, pero sus valores p fueron significativos. En contraste, los otros órdenes no presentaron valores estadísticamente significativos.

Tabla 10. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y *E. globulus* en la temporada de verano, **average**: promedio de contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos, **p**: valor de la significancia estadística.

Contraste: Humedal – Plantación de <i>E. globulus</i>		
Orden	average	p
Blattodea	0,19791	0,001
Diptera	0,13316	0,736
Hymenoptera	0,12541	0,391
Coleoptera	0,10948	0,001
Artrópodos	0,07328	0,001
Orthoptera	0,04782	1,00
Hemiptera	0,03298	0,157
Lepidoptera	0,02802	0,001

En el contraste entre Humedal y Bosque Nativo (Tabla 11), Orthoptera y Diptera fueron los órdenes más abundantes, con valores significativos, a diferencia del resto de los órdenes, los cuales presentan valores estadísticos no significativos.

Tabla 11. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y Bosque Nativo en la temporada de verano, **average**: promedio de contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos, **p**: valor de la significancia estadística.

Contraste: Humedal - Bosque Nativo		
Orden	average	p
Orthoptera	0,3262	0,001
Diptera	0,202	0,002
Hymenoptera	0,1374	0,142
Blattodea	0,0292	0,996
Coleoptera	0,0267	1,0000
Hemiptera	0,0175	0,823
Artrópodos	0,0043	0,962

El análisis de contraste entre *E. globulus* y el bosque nativo (Tabla 12) reveló que el orden Blattodea fue el más abundante, seguido de Orthoptera, ambos con valores p significativos. Hymenoptera presentó una abundancia moderada, con p no significativo, lo que sugiere similitudes en su presencia entre estos dos ecosistemas. Coleoptera presentó una abundancia de 0,09395 y p significativo, sugiriendo diferencias en su distribución. Otros grupos como Diptera, artrópodos, Hemiptera y Lepidoptera exhibieron abundancias bajas y p no significativos, lo que también indica similitudes en su presencia en ambas condiciones.

Tabla 12. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre *E. globulus* y Bosque Nativo en la temporada de verano, **average**: promedio de contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos, **p**: valor de la significancia estadística.

Contraste: Plantación de <i>E. globulus</i> - Bosque Nativo		
Orden	average	p
Blattodea	0,18716	0,009
Orthoptera	0,18088	0,042
Hymenoptera	0,09973	0,932
Coleoptera	0,09395	0,02
Diptera	0,08189	1,000
Artrópodos	0,06136	0,136
Hemiptera	0,02423	0,569
Lepidoptera	0,02374	0,071

Riqueza de órdenes de insectos por ecosistema

En otoño, para el cálculo de la prueba, se utilizó la riqueza de cada orden de insecto según el ecosistema. El valor de Chi-cuadrado es 43,909 y un valor p significativo (Tabla 16). Durante esta temporada, cuatro órdenes de insectos son más recurrentes en las comparaciones con los tres ecosistemas, mientras que en *E. globulus* destaca Psocoptera y en bosque nativo los artrópodos (Tabla 13).

Tabla 13. Comparación de la Composición de Órdenes de Insectos en otoño entre Ecosistemas. H: Humedal, Eg: Plantación de *E. globulus*, Bn: Bosque Nativo.

Orden	Otoño						
	H - Eg - Bn	H - Bn	H - Eg	Bn - Eg	H	Eg	Bn
Coleoptera	x	x	x	x	-	-	-
Diptera	x	x	x	x	-	-	-
Hymenoptera	x	x	x	x	-	-	-
Orthoptera	x	x	x	x	-	-	-
Mecoptera	-	-	-	x	-	-	-
Psocoptera	-	-	-	-	-	x	-
Artrópodos	-	-	-	-	-	-	x

En primavera, el análisis reveló que la diferencia entre los órdenes de insectos y los ecosistemas no es producto del azar; por lo tanto, es altamente significativo (Tabla 16). Esto demuestra que existen patrones en la distribución de los insectos que varían según el ecosistema (Tabla 16). En la riqueza, se muestra que ahora son 5 los órdenes que comparten con los tres ecosistemas, mientras que al comprar humedal y bosque nativo se adicionan los artrópodos. En bosque nativo y *E. globulus* se suma el orden de Orthoptera. Nuevamente en *E. globulus* aparecen las Psocopteras como relevantes y en bosque nativo Siphonaptera (Tabla 14).

Tabla 14. Comparación de la Composición de Órdenes de Insectos en primavera entre Ecosistemas. H: Humedal, Eg: Plantación de *E. globulus*, Bn: Bosque Nativo.

Primavera							
Orden	H - Eg - Bn	H - Bn	H - Eg	Bn - Eg	H	Eg	Bn
Coleoptera	x	x	x	x	-	-	-
Diptera	x	x	x	x	-	-	-
Hymenoptera	x	x	x	x	-	-	-
Mecoptera	x	x	x	x	-	-	-
Orthoptera	x	x	x	x	-	-	-
Collembola	-	-	-	x	-	-	-
Psocoptera	-	-	-	-	-	x	-
Siphonaptera	-	-	-	-	-	-	x
Artrópodos	-	x	-	-	-	-	-

Durante el verano (Tabla 16), la diferencia en la composición de insectos sobre los ecosistemas muestreados es altamente significativas en comparación a las otras estaciones. Esto se debe al valor obtenido en la prueba de Chi-cuadrado y un p valor tan bajo que refleja las diferencias entre los ecosistemas. La riqueza de órdenes en esta estación muestra que cinco órdenes son los que más contribuyen a las diferencias entre los tres ecosistemas. En el ecosistema de *E. globulus*, se destaca la presencia de Lepidoptera, y en la comparación entre

bosque nativo y *E. globulus* aparecen Blattodea y artrópodos como órdenes relevantes (Tabla 15).

Tabla 15. Comparación de la Composición de Órdenes de Insectos en verano entre Ecosistemas. H: Humedal, Eg: Plantación de *E. globulus*, Bn: Bosque Nativo.

Verano							
Orden	H - Eg - Bn	H - Bn	H - Eg	Bn - Eg	H	Eg	Bn
Coleoptera	x	x	x	x	-	-	-
Diptera	x	x	x	x	-	-	-
Hymenoptera	x	x	x	x	-	-	-
Orthoptera	x	x	x	x	-	-	-
Hemiptera	x	x	x	x	-	-	-
Blattodea	-	-	-	x	-	-	-
Lepidoptera	-	-	-	-	-	x	-
Artrópodos	-	-	-	x	-	-	-

Tabla 16. Resumen de los resultados de las pruebas de Chi-cuadrado para cada estación, destacando la magnitud de las diferencias en la distribución de insectos entre los ecosistemas analizados.

Estación	χ^2	Grados de Libertad	Valor de p
Otoño	43,909	12	$1.583e^{-05}$
Primavera	73,179	16	$2.75e^{-09}$
Verano	403,29	14	$2.2e^{-16}$

V. DISCUSIÓN

En esta investigación se registró la riqueza y abundancia de los órdenes de insectos caminadores entre los ecosistemas evaluados. La presencia dominante del orden Diptera en todos los ecosistemas destaca su capacidad de adaptación a diversas condiciones ecológicas. Este hallazgo concuerda con estudios previos sobre su resiliencia ambiental y su gran diversidad dentro de los ecosistemas forestales (Aguirre & Barranco, 2015). Este orden fue el más capturado en todas las trampas, lo que sugiere que es uno de los grupos más abundantes ante las variaciones ambientales presentes en los tres ecosistemas.

En contraste, el orden Orthoptera, conocido por su sensibilidad a los cambios ambientales y su relevancia como bioindicador de impactos antrópicos bajos, mostró una baja presencia en otoño y primavera, con solo 15 ejemplares capturados en primavera y apenas 2 en otoño. Esta baja abundancia contrasta con lo que se esperaría en condiciones de baja perturbación, donde Orthoptera suele estar bien representado (Aguirre & Barranco, 2015).

En cuanto a Coleoptera, aunque se observó un aumento significativo del 138,46% en su presencia, este incremento fue menor al esperado. Diversos estudios han indicado que Coleoptera es particularmente sensible a la disponibilidad de alimento en su hábitat (Grez et al., 2003). La menor abundancia de estos insectos en comparación con las expectativas puede estar relacionada

con la escasez de recursos alimenticios en los ecosistemas estudiados. En las plantaciones de *E. globulus*, por ejemplo, la menor diversidad de especies vegetales podría estar limitando la oferta de alimento, lo que, a su vez afecta el establecimiento y reproducción de Coleoptera. La comparación entre los tres ecosistemas muestra que las plantaciones de *E. globulus* proporcionan más alimento que el humedal y el bosque nativo, lo que posiblemente influye en la mayor presencia de insectos en dicho ecosistema (Buddle & Hammond, 2013).

Un aspecto interesante durante el muestreo fue la observación de una alta densidad de arañas en el humedal y en el bosque nativo, donde se instalaron en los árboles, generando grandes telarañas. Las arañas, como se sabe, son depredadores clave en los ecosistemas, ya que juegan un rol fundamental en el control de plagas como áfidos, larvas de mariposas, saltamontes y otras especies consideradas nocivas para la vegetación (Riechert & Lockley, 1984). Este hallazgo sugiere que una parte de los insectos caminadores que no fueron capturados durante el muestreo pudieron haber sido depredados por las arañas, lo que podría haber influido en los resultados obtenidos y, en particular, en la baja representación de ciertos órdenes como Orthoptera y Hemiptera.

En relación con el análisis NMDS, ANOSIM, SIMPER y las pruebas de Chi-cuadrado, los resultados proporcionan información clave sobre cómo varían las comunidades de insectos en función de la estación del año. Durante otoño, se observó una cierta composición homogénea de insectos entre los ecosistemas.

Este fenómeno podría estar relacionado con la disminución de la temperatura y la menor disponibilidad de recursos, lo que tiende a afectar a todos los ecosistemas de manera similar. El Humedal mostró una ligera diferencia respecto a los otros ecosistemas, probablemente debido a las condiciones específicas de humedad y vegetación que favorecen a los insectos adaptados a este tipo de hábitat.

En primavera, la heterogeneidad aumentó, lo que sugiere que las condiciones favorables para la vegetación y la mayor disponibilidad de recursos en esta estación promueven una mayor diferenciación entre las comunidades de insectos (Kremen, 2005). El humedal, en particular, presentó una comunidad de artrópodos distinta, lo que podría explicarse por los nichos ecológicos únicos que este ecosistema ofrece durante la primavera. La reactivación de la vegetación y la proliferación de flores en el humedal podrían atraer a especies especializadas, lo que contrasta con la composición de insectos en las plantaciones de *E. globulus* y el bosque nativo, donde la homogeneidad estructural de la vegetación es mayor.

Durante el verano, las diferencias en la composición de insectos entre los ecosistemas se hicieron aún más evidentes, debido a la alta variabilidad en la estructura de la vegetación y las condiciones microclimáticas propias de cada ecosistema (Hunter, 2002). Las altas temperaturas, la mayor radiación solar y la escasez de agua en algunos ecosistemas intensificaron las diferencias en las

comunidades de insectos, especialmente en el humedal, que mantuvo una composición distintiva.

Respecto a la abundancia y riqueza de órdenes de insectos en los diferentes ecosistemas a lo largo de las estaciones, los resultados reflejan una distribución variable tanto en términos de abundancia como de riqueza. La plantación de *E. globulus* dominó en términos de la cantidad de individuos capturados, mientras que el bosque nativo presentó la mayor riqueza de órdenes de insectos.

Un aspecto importante a considerar fue la ausencia de datos durante la estación invernal. Las condiciones climáticas adversas, con precipitaciones promedio de 170 mm inicialmente y luego una reducción a 130 mm, impidieron realizar muestreos continuos. Este problema afectó la capacidad de obtener datos comparables en esta estación, lo que limita la posibilidad de realizar análisis estacionales completos. Es relevante señalar que el invierno, con sus condiciones climáticas extremas, podría haber influido significativamente en la dinámica de las comunidades de insectos, reduciendo su actividad y posiblemente afectando los patrones de reproducción y supervivencia (Hodkinson, 2005).

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que la composición y abundancia de insectos caminadores varía significativamente entre los ecosistemas y estaciones en Campus Naturaleza de la Universidad de Concepción, Diptera fue el orden dominante en todos los ecosistemas lo que refleja una alta adaptabilidad a las condiciones ambientales, mientras que Orthoptera prefiere el bosque nativo en primavera y otoño. El orden Coleoptera no alcanzó las expectativas, por posibles limitaciones a recursos en los ecosistemas estudiados. La plantación de *E. globulus* ofreció condiciones favorables para Blattodea y Orthoptera, especialmente en la temporada de verano, mientras que otros órdenes, como Hemiptera y Lepidoptera, mantuvieron una baja abundancia sin demostrar diferencias significativas.

La plantación de *E. globulus* se destacó en términos de abundancia total de insectos, mientras que el bosque nativo presentó una mayor riqueza de órdenes, lo que refleja una mayor diversidad en este ecosistema. Estos hallazgos demuestran la influencia de la estacionalidad, las características del ecosistema y como se logra distribuir los insectos. Para mantener la diversidad de órdenes en Campus Naturaleza, se debe buscar la preservación, la restauración de los ecosistemas dañados, promover prácticas sostenibles, educación ambiental, crear corredores biológicos entre los ecosistemas, monitorear y realizar seguimiento a los órdenes menos comunes para detectar cualquier cambio en la diversidad.

GLOSARIO

- Antropogénico: Efectos causados por actividades humanas.
- Bioindicadores: Organismos utilizados para indicar la calidad de determinados factores medioambientales.
- Ectotermos: Organismos cuya temperatura corporal es la del medio donde se encuentran. Su actividad está directamente relacionada con esta temperatura.
- Heterogeneidad: Variabilidad dentro de un ecosistema.
- Pitfall: Trampas de suelo o de caída para capturar insectos o artrópodos caminadores.
- Resiliencia ambiental: Capacidad de un ecosistema para recuperarse tras perturbaciones.
- Sotobosque: Vegetación de un bosque que crece en la capa inferior.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Segura A., Barranco Vega P., Orden Orthoptera. SEA-ENTOMOLOGIA: 1-13.
- Amat-García, G. & P. Reyes-Castillo. 2007. Los Passalidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) del departamento del Amazonas, Colombia. *Caldasia* 29: 329-354.
- Artigas, J. N. (1994a). Entomología económica: V1. Aníbal Pinto S.A.
- Artigas, J. N. (1994b). Entomología económica: V2. Aníbal Pinto S.A.
- Barahona-Segovia R., S. Crespin, A.A. Grez, C. Veloso. 2019. Anthropogenic thermal gradient in managed landscapes determines physiological performance and explains the edge-biased distribution of ectothermic arthropods. *Forest Ecology and Management* 440: 147–157.
- Bonn A., K. Gaston. 2005. Capturing biodiversity: Selecting priority areas for conservation using different criteria. *Biodiversity and Conservation* 14: 1083-1100.
- Brown K.S. 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect Conservation* 1: 25-42.
- Buddle, C.M, Hammond, H.E.J. 2003. Comparison of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) collected in pan and pitfall traps. *The Canadian Entomologist* 135: 609-611.
- Campos, D. & F. Fernández. 2002. El Proyecto “Diversidad de Insectos de Colombia”. C. Costa, S.A.Vanin, J.M. Lobo & A. Melic. 2002. Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PRIBES. 2002. Monografías Tercer Milenio, Zaragoza, España. 2: 297-300.
- Camus, P. 2006. Ambiente, bosques y gestión forestal en Chile. 1541-2005. LOM Ediciones, Santiago, Chile.
- Clarke, K. R., Warwick, R. M. (2001). *Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation* (2nd ed.) PRIMER-E Ltd.

- Clarke, K. R., y Green, R. H. (1988). Statistical design and analysis for a 'biological effects' study. *Marine Ecology Progress Series*, 46, 213-226.
- Classifying drivers of global forest loss. *Science* 361(6407): 1108-1111.
- Curtis P.G., C.M. Slay, N.L. Harris, A. Tyukavina, M.C. Hansen. 2018.
- Figueroa Jara R., C. Valdovinos, E. Araya, O. Parra. 2003. Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Revista Chilena De Historia Natural - REV CHIL HIST NAT* 76.
- Forman R. 1995. *Land Mosaics: the ecology of landscapes and Regions*. New York, USA. Cambridge University Press. 632 : 19-22.
- Gay C. 2001 Sobre las causas de la disminución de los montes de la Provincia de Coquimbo. En: Squeo FA, G Arancio & JR Gutiérrez (eds) *Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo*: 281-286.
- Gonzalez, C.R.; Flores, P. 2004. Comparative study of mouth parts of three species of horse flies of the tribe Pangoniini of Chilean distribution (Diptera: Tabanidae). *Zootaxa* 579: 1-15.
- Gotelli, N.J., y Ellison, A.M. (2004). *A primer of ecological statistics*. Sinauer, Sunderland, MA. Grez, A.A., Moreno, P., Elgueta, M. 2003. Coleópteros (Insecta: Coleoptera) epigeos asociados al bosque maulino y plantaciones de pino aledañas. *Revista Chilena de Entomología* 29: 9-18
- Guillen C., F. Soto-Adames, M. Springer. 2006. Variables físicas, químicas y biológicas del suelo sobre las poblaciones de colémbolos en Costa Rica. *Agronomía costarricense: Revista de ciencias agrícolas* 30(2): 19-29.
- Guerrero-Hernández, R., Muñoz-Castro, M. Á., Vázquez-García, J. A., & Ruiz-Corral, J. A. (2019). Estructura del bosque mesófilo de montaña y su reemplazo por bosque de Abies en dos gradientes altitudinales del occidente de México. *Botanical Sciences*, 97(3), 301.
- Hansen M.C., P. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, S. Stehman, S. Goetz, T. Loveland, A. Kommareddy, A. Egorov, L. Chini, C.O. Justice, J. Townshend. 2013. High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science (New York, NY)* 342: 850-853.

- Hess G., R. Bartel, A. Leidner, K. Rosenfeld, M. Rubino, S. Snider, T. Ricketts. 2006. Effectiveness of biodiversity indicators varies with extent, grain, and region. *Biological Conservation* 132: 448-457.
- Hodkinson, I.D. (2005). Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. *Biological Reviews*, 80(2), 243-255.
- Hunter, M. D. (2002). Landscape structure, habitat fragmentation, and biodiversity. *Journal of Applied Ecology*, 39(2), 279-289.
- iNaturalist. (n.d.). iNaturalist Chile. <https://inaturalist.mma.gob.cl>
- Kitahara M., K. Sei. 2001. A comparison of the diversity and structure of butterfly communities in semi-natural and human-modified grassland habitats at the foot of Mt. Fuji, central Japan. *Biodiversity and Conservation* 10: 331-351.
- Kremen C. 2005. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology?: *Ecology of ecosystem services*. *Ecology letters* 8: 468-479
- Larsen, F. W., Blatt, J., Baisner, M., Strange, N., & Jacobsen, J. B. 2005. Conserving biodiversity in managed forests in Denmark: contribution from coarse woody debris. *Forest Ecology and Management* 212: 115-123.
- Lindenmayer D., J. Franklin, J. Fischer. 2006. General management principles and a checklist of strategies to guide forest biodiversity conservation. *Biological Conservation* 131: 433-445.
- Lindenmayer D., R.J. Hobbs. 2004. Fauna Conservation in Australian Plantation Forests – A Review. *Biological Conservation* 119: 151-168.
- Maes D., W. Vanreusel, W. Talloen, H. Van Dyck. 2004. Functional conservation units for the endangered Alcon Blue butterfly *Maculinea alcon* in Belgium (Lepidoptera: Lycaenidae). *Biological Conservation* 120: 229-241.
- Naeem, S., Chapin, F. S., Costanza, R., Ehrlich, P. R., Golley, F. B., Hooper, D. U., ... & Tilman, D. (1999). Biodiversity and ecosystem functioning: Maintaining natural life support processes. *Issues in Ecology*, 4, 1-14.

- Noriega, J.A., J.P. Botero, M. Viola & G. Fagua. 2007b. Dinámica estacional de la estructura trófica de un ensamblaje de Coleoptera en la Amazonia Colombiana. *Rev. Col. Entomol.* 33: 157-164.
- Pincheira Solís M.A. 2018. Evaluación del éxito en un proceso de restauración ecológica forestal mediante el uso de parámetros comunitarios y composición taxonómica y funcional de insectos edáficos.
- Pulido, L.A., R.A. Riveros, F. Gast & P. Von Hildebrand. 2003. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Parque Nacional Natural "Serranía de Chiribiquete", Caquetá, Colombia (Parte I). *m3m-Monografías Tercer Milenio SEA Zaragoza.* 3: 51-58.
- Restrepo, H., M.A. Morón, F. Vallejo, L. Pardo & A. López. 2003. Catálogo de Coleoptera: Melolonthidae (Scarabaeidae: Pleurosticti) en Colombia. *Folia Entomol. Mex.* 42: 239-263.
- Ricciardi A., R.J. Neves, J.B. Rasmussen. 1998. Impending Extinctions of North American Freshwater Mussels (Unionoida) Following the Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) Invasion. *Journal of Animal Ecology* 67(4): 613-619.
- Riechert, S.E. & T. Lockley. 1984. Spiders as biological control agents. *Ann. Rev. Entomol.* 29: 299-320.
- Riffo R., C.C. Villarroel. 2000. Caracterización de la flora y fauna del humedal Los Batros, comuna de San Pedro de la Paz. *Gayana* 64: 23-37.
- Smith, J., Johnson, A., & Brown, R. 2010. Adaptations of ectothermic organisms to temperature variations. *Journal of Comparative Physiology*, 156: 325-334.
- Scheffers B., D. Edwards, A. Diesmos, S. Williams, T. Evans. 2013. Microhabitats reduce animal's exposure to climate extremes. *Global change biology* 20.
- Turner M.G. 1989. Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process. *Annual Review of Ecology and Systematics* 20(1): 171-197.
- Wiens J.A. 2002. Central Concepts and Issues of Landscape Ecology. pp. 3-21. En: *Applying Landscape Ecology in Biological Conservation*, (Gutzwiller K.J., ed) Springer New York. New York, NY.

VIII. APÉNDICE

Tabla A.1. Abundancia de órdenes de insectos y artrópodos encontrados en las distintas condiciones muestreadas en diferentes estaciones en el Campus Naturaleza durante el año 2023 -2024.

Orden	Otoño			Primavera			Verano			Total	%
	Humedal	<i>Eucalyptus globulus</i>	Bosque Nativo	<i>Humedal</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Bosque Nativo</i>	Humedal	<i>Eucalyptus globulus</i>	Bosque Nativo		
Collembola	0	0	0	0	3	7	0	0	0	10	1,2
Coleoptera	1	19	7	13	65	20	4	31	1	161	18,9
Diptera	12	4	4	54	41	41	50	19	25	250	29,4
Hymenoptera	1	1	5	1	1	6	18	29	23	85	10,0
Mecoptera	0	1	1	2	2	1	0	0	0	7	0,8
Orthoptera	3	1	5	3	7	14	2	9	67	111	13,0
Siphonaptera	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0,2
Psocoptera	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	0,2
Hemiptera	0	0	0	0	0	0	2	6	1	9	1,1
Lepidoptera	0	0	0	0	0	0	0	9	0	9	1,1
Blattodea	0	0	0	0	0	0	0	169	5	174	20,4
Artrópodos	0	0	5	4	0	5	0	16	1	31	3,6
Total	17	27	27	77	120	96	76	288	123	851	100%

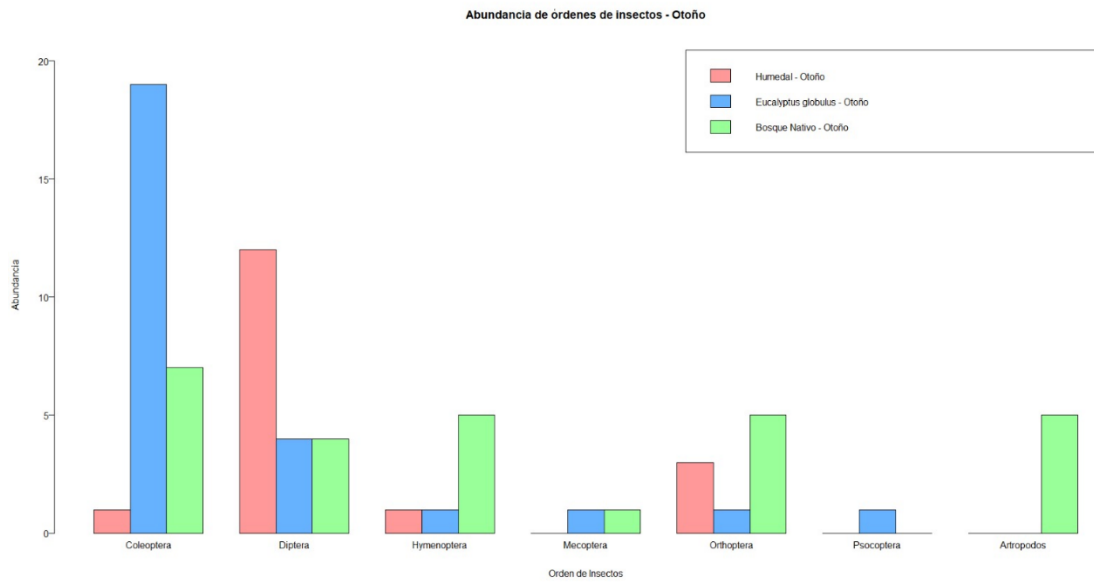


Figura A.1. Abundancia de órdenes de insectos y artrópodos en distintos ecosistemas durante la estación de otoño en el Campus Naturaleza 2023.

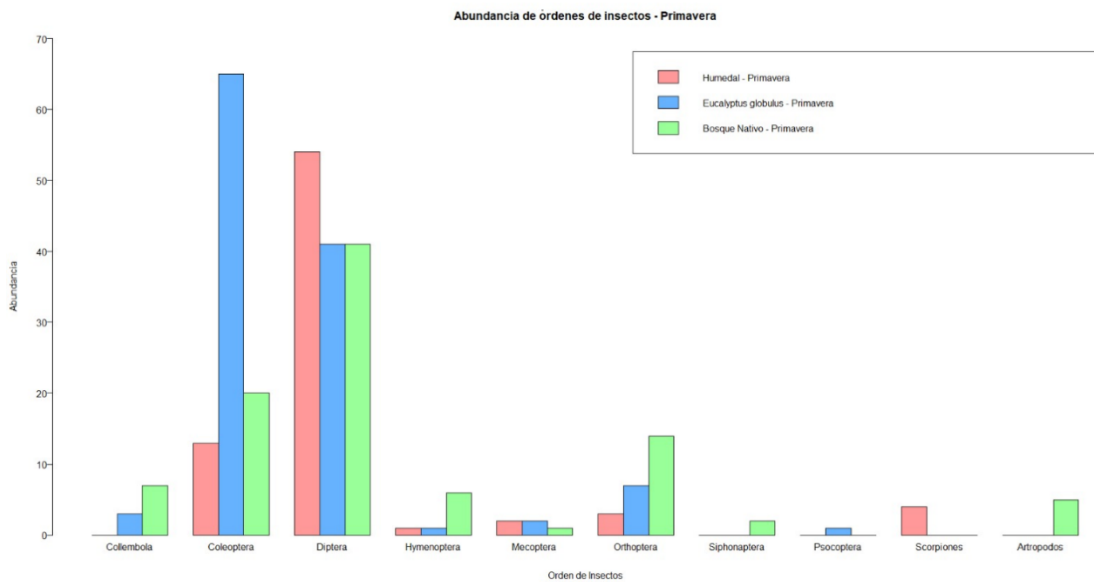


Figura A.2. Abundancia de órdenes de insectos y artrópodos en distintos ecosistemas durante la estación de primavera en el Campus Naturaleza 2023.

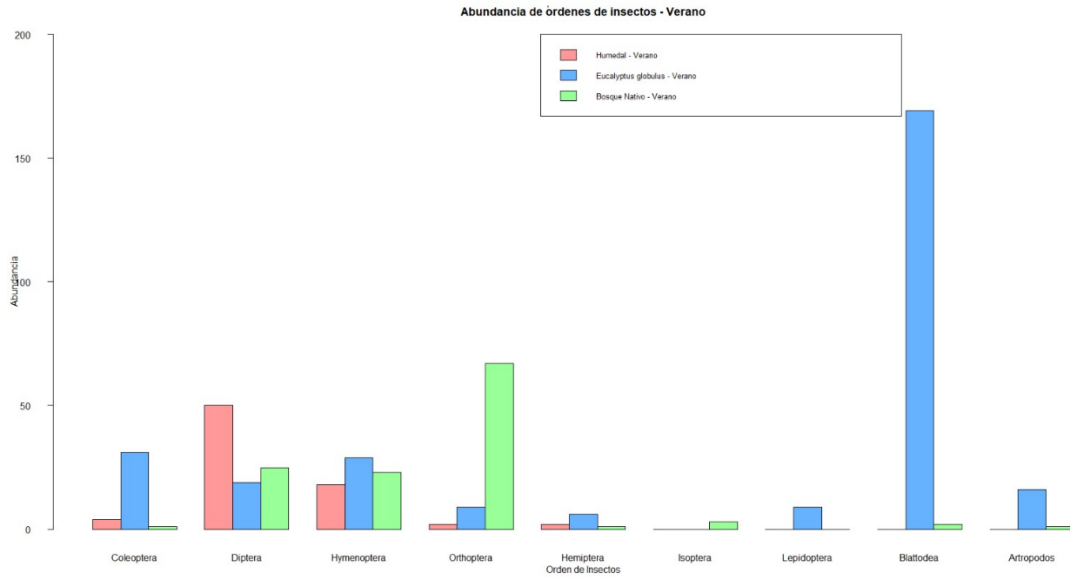


Figura A.3. Abundancia de órdenes de insectos y artrópodos en distintos ecosistemas durante la estación de verano en el Campus Naturaleza 2024.

Tabla A.2. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos entre Humedal y *E. globulus* en la temporada de otoño. **Average**: promedio de la contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos. **Sd**: desviación estándar. **Ratio**: razón entre el promedio y la desviación estándar. **Ava y avb**: representan la abundancia promedio de la variable en el primer y segundo grupo. **Cumsum**: porcentaje acumulado de la contribución de cada variable a la disimilitud total. **P**: valor que indica la significancia estadística.

Contraste: Humedal - <i>E. globulus</i>							
Orden	average	sd	ratio	ava	avb	cumsum	p
Coleoptera	0,3729	0,23976	1,5554	0,10	1,7273	0,454	0,002
Diptera	0,2537	0,22367	1,1342	1,20	0,3636	0,762	0,021
Orthoptera	0,0913	0,1781	0,5123	0,30	0,0909	0,873	0,627
Hymenoptera	0,046	0,11283	0,4078	0,10	0,0909	0,929	0,861
Psocoptera	0,0379	0,12501	0,303	0,00	0,0909	0,975	0,099
Mecoptera	0,0202	0,06536	0,3095	0,00	0,0909	1	0,734

Tabla A.3. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y Bosque Nativo en la temporada de otoño. **Average:** promedio de la contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos. **Sd:** desviación estándar. **Ratio:** razón entre el promedio y la desviación estándar. **Ava y avb:** representan la abundancia promedio de la variable en el primer y segundo grupo. **Cumsum:** porcentaje acumulado de la contribución de cada variable a la disimilitud total. **P:** valor que indica la significancia estadística.

Contraste: Humedal - Bosque Nativo							
Orden	average	sd	ratio	ava	avb	cumsum	p
Diptera	0,25656	0,23312	1,1006	1,20	0,4	0,316	0,025
Coleoptera	0,1693	0,21044	0,8045	0,10	0,7	0,525	0,996
Artrópodos	0,12286	0,21084	0,5827	0,00	0,5	0,676	0,006
Orthoptera	0,11388	0,17413	0,654	0,30	0,5	0,817	0,309
Hymenoptera	0,10701	0,19056	0,5615	0,10	0,5	0,949	0,201
Mecoptera	0,04167	0,13056	0,3191	0,00	0,1	1,0	0,406

Tabla A.4. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre *E. globulus* y Bosque Nativo en la temporada de otoño. **Average:** promedio de la contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos. **Sd:** desviación estándar. **Ratio:** razón entre el promedio y la desviación estándar. **Ava y avb:** representan la abundancia promedio de la variable en el primer y segundo grupo. **Cumsum:** porcentaje acumulado de la contribución de cada variable a la disimilitud total. **P:** valor que indica la significancia estadística.

Contraste: <i>E. globulus</i> - Bosque Nativo							
Orden	average	sd	ratio	ava	avb	cumsum	p
Coleoptera	0,29352	0,24093	1,2183	1,72730	0,7	0,393	0,138
Diptera	0,10646	0,13377	0,7959	0,36360	0,4	0,535	1,00
Artrópodos	0,10338	0,17933	0,5765	0,00000	0,5	0,673	0,061
Orthoptera	0,08352	0,13729	0,6083	0,09090	0,5	0,785	0,729
Hymenoptera	0,08256	0,15799	0,5225	0,09090	0,5	0,896	0,49
Mecoptera	0,0464	0,11396	0,4071	0,09090	0,1	0,958	0,376
Psocoptera	0,03153	0,10921	0,2887	0,09090	0	1	0,541

Tabla A.5. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y *E. globulus* en la temporada de primavera. **Average**: promedio de la contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos. **Sd**: desviación estándar. **Ratio**: razón entre el promedio y la desviación estándar. **Ava y avb**: representan la abundancia promedio de la variable en el primer y segundo grupo. **Cumsum**: porcentaje acumulado de la contribución de cada variable a la disimilitud total. **P**: valor que indica la significancia estadística.

Contraste: Humedal - <i>E. globulus</i>							
Orden	average	sd	ratio	ava	avb	cumsum	p
Diptera	0,27189	0,19724	1,3785	3,00000	2,4667	0,431	0,432
Coleoptera	0,2359	0,20914	1,1279	0,85710	3,0667	0,804	0,014
Orthoptera	0,04127	0,07544	0,5471	0,00000	0,4000	0,87	0,948
Artrópodos	0,02792	0,06512	0,4287	0,28570	0,0000	0,914	0,168
Mecoptera	0,02782	0,06752	0,4119	0,14290	0,0667	0,958	0,242
Collembola	0,02657	0,05791	0,4589	0,00000	0,2000	1,00	0,905

Tabla A.6. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y Bosque Nativo en la temporada de primavera. **Average:** promedio de la contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos. **Sd:** desviación estándar. **Ratio:** razón entre el promedio y la desviación estándar. **Ava y avb:** representan la abundancia promedio de la variable en el primer y segundo grupo. **Cumsum:** porcentaje acumulado de la contribución de cada variable a la disimilitud total. **P:** valor que indica la significancia estadística.

Contraste: Humedal - Bosque Nativo							
Orden	average	sd	ratio	ava	avb	cumsum	p
Diptera	0,30849	0,20804	1,4829	3,0000	2,4667	0,469	0,033
Coleoptera	0,13234	0,13283	0,9964	0,8571	0,8667	0,671	0,995
Orthoptera	0,08499	0,15527	0,5474	0,0000	0,6000	0,800	0,166
Collembola	0,04801	0,09168	0,5236	0,0000	0,4667	0,800	0,328
Artrópodos	0,03099	0,0703	0,4408	0,2857	0,0000	0,920	0,015
Mecoptera	0,02487	0,06635	0,3748	0,1429	0,0000	0,958	0,322
Siphonaptera	0,02122	0,08533	0,2486	0,0000	0,1333	0,991	0,103
Hymenoptera	0,00627	0,0242	0,2591	0,0000	0,0667	1,000	0,198

Tabla A.7. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos entre *E. globulus* y Bosque Nativo en la temporada de primavera. **Average:** promedio de la contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos. **Sd:** desviación estándar. **Ratio:** razón entre el promedio y la desviación estándar. **Ava y avb:** representan la abundancia promedio de la variable en el primer y segundo grupo. **Cumsum:** porcentaje acumulado de la contribución de cada variable a la disimilitud total. **P:** valor que indica la significancia estadística.

Contraste: <i>E. globulus</i> - Bosque Nativo							
Orden	average	sd	ratio	ava	avb	cumsum	p
Coleoptera	0,22212	0,19552	1,136	3,06670	0,8667	0,364	0,071
Diptera	0,21856	0,01812	1,2061	2,46670	2,4667	0,723	0,99
Orthoptera	0,08413	0,12008	0,7006	0,40000	0,6000	0,861	0,13
Collembola	0,05443	0,07938	0,6857	0,20000	0,4667	0,950	0,108
Siphonaptera	0,01682	0,06811	0,247	0,00000	0,1333	0,978	0,624
Mecoptera	0,00822	0,03172	0,2592	0,06670	0,0000	0,991	0,923
Hymenoptera	0,00541	0,02099	0,2578	0,00000	0,0667	1,000	0,633

Tabla A.8. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y *E. globulus* en la temporada de verano. **Average:** promedio de la contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos. **Sd:** desviación estándar. **Ratio:** razón entre el promedio y la desviación estándar. **Ava y avb:** representan la abundancia promedio de la variable en el primer y segundo grupo. **Cumsum:** porcentaje acumulado de la contribución de cada variable a la disimilitud total. **P:** valor que indica la significancia estadística.

Contraste: Humedal - <i>E. globulus</i>							
Orden	average	sd	ratio	ava	avb	cumsum	p
Blattodea	0,19791	0,29987	0,66000	0,000	11,267	0,265	0,001
Diptera	0,13316	0,13161	1,0117	3,333	1,267	0,443	0,736
Hymenoptera	0,12541	0,14341	0,8745	1,200	1,933	0,610	0,391
Coleoptera	0,10948	0,11949	0,9162	0,267	2,067	0,757	0,001
Artrópodos	0,07328	0,17743	0,4130	0,000	1,067	0,855	0,001
Orthoptera	0,04782	0,06225	0,7681	0,133	0,600	0,918	1,00
Hemiptera	0,03298	0,06751	0,4886	0,133	0,400	0,963	0,157
Lepidoptera	0,02802	0,06779	0,4133	0,000	0,600	1,000	0,001

Tabla A.9. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre Humedal y Bosque Nativo en la temporada de verano. **Average:** promedio de la contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos. **Sd:** desviación estándar. **Ratio:** razón entre el promedio y la desviación estándar. **Ava y avb:** representan la abundancia promedio de la variable en el primer y segundo grupo. **Cumsum:** porcentaje acumulado de la contribución de cada variable a la disimilitud total. **P:** valor que indica la significancia estadística.

Contraste: Humedal - Bosque Nativo							
Orden	average	sd	ratio	ava	avb	cumsum	p
Orthoptera	0,3262	0,16067	2,0302	0,133	4,467	0,439	0,001
Diptera	0,202	0,15205	1,3287	3,333	1,667	0,711	0,002
Hymenoptera	0,1374	0,11627	1,1814	1,200	1,533	0,895	0,142
Blattodea	0,0292	0,04553	0,6423	0,000	0,333	0,935	0,996
Coleoptera	0,0267	0,0534	0,5007	0,267	0,067	0,971	1,0000
Hemiptera	0,0175	0,03907	0,4467	0,133	0,067	0,994	0,823
Artrópodos	0,0043	0,01633	0,2626	0,000	0,067	1,0000	0,962

Tabla A.10. Análisis SIMPER: Contraste de órdenes de insectos y artrópodos entre *E. globulus* y Bosque Nativo en la temporada de verano. **Average:** promedio de la contribución de cada variable a la disimilitud entre los grupos. **Sd:** desviación estándar. **Ratio:** razón entre el promedio y la desviación estándar. **Ava y avb:** representan la abundancia promedio de la variable en el primer y segundo grupo. **Cumsum:** porcentaje acumulado de la contribución de cada variable a la disimilitud total. **P:** valor que indica la significancia estadística.

Contraste: <i>E. globulus</i> - Bosque Nativo							
Orden	average	sd	ratio	ava	avb	cumsum	p
Blattodea	0,18716	0,27528	0,6799	11,267	0,333	0,249	0,009
Orthoptera	0,18088	0,121	1,4949	0,600	4,467	0,489	0,042
Hymenoptera	0,09973	0,10397	0,9592	1,933	1,533	0,621	0,932
Coleoptera	0,09395	0,10472	0,8972	2,067	0,067	0,746	0,02
Diptera	0,08189	0,07004	1,1693	1,267	1,667	0,855	1,000
Artrópodos	0,06136	0,14308	0,4289	1,067	0,067	0,936	0,136
Hemiptera	0,02423	0,05532	0,438	0,400	0,067	0,969	0,569
Lepidoptera	0,02374	0,0592	0,401	0,600	0,000	1,000	0,071