



UNIVERSIDAD
SAN SEBASTIAN
VOCACIÓN POR LA EXCELENCIA

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA
CARRERA MEDICINA VETERINARIA
SEDE CONCEPCIÓN**

**OCURRENCIA DE ELATÉRIDOS BIOLUMINISCENTES VOLADORES
(*Nyctophyxis ocellatus* y *Campyloxenus pyrothorax*) SEGÚN
COLECCIONES ENTOMOLÓGICAS DE LOS MUSEOS DE ZOOLOGÍA
DE CHILE**

Memoria para optar al título de Médico Veterinario.

Profesor Tutor: DCs. Diana Maritza Echeverry Berrío
Estudiante: Danais Alejandra Inostroza Molina

© Danais Alejandra Inostroza Molina, Diana Maritza Echeverry Berrío.

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

Concepción, Chile
2024

CALIFICACIÓN DE LA MEMORIA

En Concepción, el día 09 de julio de 2024, los abajo firmantes dejan constancia que la alumna DANAIS ALEJANDRA INOSTROZA MOLINA de la carrera de MEDICINA VETERINARIA ha aprobado la memoria para optar al título de MÉDICO VETERINARIO con una nota de 6,3.



MCs Mónica Liliana Araya Opitz MV

Presidente Comisión



MCs Nelson Andrés Sandoval Cancino MV

Profesor Evaluador



DCs Diana Maritza Echeverry Berrío MV

Profesor Patrocinante

AGRACEDIMIENTOS

A la Dra. Diana Echeverry por su apoyo incondicional en cada paso y por ver el potencial de esto. A mi familia, mi madre Carmen, mis abuelos Silvia y Víctor, tíos y primos por acompañarme siempre, a pesar de que muchas veces mis ocurrencias escapen un poco de lo común y también, por permitirme crecer rodeada de estas especies tan majestuosas.

A Elizabeth Arias, Juan Enrique Barriga, Marcelo Guerrero, Danilo Cepeda, Mario Elgueta y Vivian Jerez por compartir su conocimiento, espacio y trabajo conmigo.

A mis gatitos, Elliot y Flora, que estuvieron conmigo durante decenas de madrugadas, y me hicieron reír en los momentos de mayor estrés.

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	6
3. MATERIAL Y MÉTODO	7
4. RESULTADOS.....	11
5. DISCUSIÓN.....	19
6. CONCLUSIONES.....	22
7. REFERENCIAS.....	23
8. ANEXOS	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de datos recopilados de la colección entomológica del Museo de Zoología de la Universidad de Concepción	30
Tabla 2. Tabla de datos recopilados de la colección entomológica del Museo Nacional de Historia Natural.....	32
Tabla 3. Tabla de datos recopilados de la colección entomológica del Museo Luis Peña, Universidad de Chile	34
Tabla 4. Tabla de datos recopilados de la colección entomológica de Juan Enrique Barriga.....	35
Tabla 5. Tabla de datos recopilados de la colección entomológica de Jorge Valencia de la Colección de Juan Enrique Barriga.	38
Tabla 6. Tabla de análisis y medición de morfología de ejemplares recolectados en el sector de Caramávida (37°41'26"S 73°21'23"W)	39
Tabla 7. Tabla de análisis y medición de morfología de ejemplares recolectados en el sector de La Hoyada (37° 32'08"S 71°55'34"W)..	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fotografía de ejemplares de <i>N. ocellatus</i> y <i>P. perspicax</i>	5
Figura 2. Ejemplares de <i>Malalcahuello ocaresi</i> y <i>Campyloxenus pyrothorax</i>	6
Figura 3. Sectores anatómicos analizados	11
Figura 4. Imágenes satelitales de los dos sitios seleccionados de recolección.....	14
Figura 5. Mapa de distribución de <i>C. pyrothorax</i> y <i>N. ocellatus</i> según datos obtenidos de las colecciones entomológicas de los museos, junto a las zonas de muestreo.....	16
Figura 6. Ejemplares recolectados en el sector de Caramavida (37°41'26"S 73°21'23"W)	17
Figura 7. Ejemplares recolectados en el sector de La Hoyada (37° 32'08"S 71°55'34"W)	18

RESUMEN

Contradictoriamente a lo que se piensa, Chile no cuenta con especies de luciérnagas de la familia Lampyridae como el resto del mundo, quienes han hecho de estos artrópodos focos de atracciones turísticas, sino que es hogar de tres especies de la familia Elateridae, las cuales son escarabajos “click” con dos puntos de luz a la altura del pronoto que las hace categorizarse como Elatéridos voladores luminiscentes (llamadas socialmente “luciérnagas” aunque este nombre no les pertenezca realmente). Estas especies son *Nyctophyxis ocellatus*, *Campyloxenus pyrothorax* y *Phanophorus perspicax*, las cuales generan espectáculos luminiscentes de cortejo durante las noches de verano en variadas localidades del país. La información sobre la distribución, persistencia y tamaño de las poblaciones es escasa, probablemente debido a la disminución de estos artrópodos a través de los años como consecuencia de muchos factores antrópicos y ambientales. Surge la duda si las colecciones entomológicas de los museos de Chile son representativas respecto a la distribución geográfica y presencia actual de dos de las tres especies, *Nyctophyxis ocellatus* y *Campyloxenus pyrothorax* en Chile.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar la distribución de estas especies guiándose por datos encontrados en colecciones entomológicas de al menos cuatro museos de Chile, las cuales indicaron que *Nyctophyxis ocellatus* habita desde Copiapó a la región del Biobío, mientras *Campyloxenus pyrothorax* mantiene un patrón de distribución desde la región del Biobío hasta Aysén; Posteriormente se realizó la evaluación en terreno de presencia o ausencia de las mismas en dos localidades seleccionadas correspondientes a sitios de recolección de ejemplares según las colecciones, donde se capturaron 30 ejemplares de forma manual directa en vuelo durante su periodo de cortejo comprendido entre la segunda quincena de enero y la primera quincena de febrero. Por último, se identificó a los ejemplares mediante observación por lupa y comparación de estructuras anatómicas tanto cualitativa como cuantitativamente, orientándose por artículos científicos que describen morfológicamente a las especies. Los resultados indicaron que todos y cada uno de los 30 ejemplares recolectados corresponden a individuos de la especie *Phanophorus perspicax*, lo que sugiere una posible modificación del hábitat de estos Elatéridos.

Palabras claves: Elateridae, Chile, Concepción, Entomología, Luciérnagas.

ABSTRACT

Contrary to popular belief, Chile does not have species of fireflies from the Lampyridae family like the rest of the world, who have made these arthropods centers of tourist attractions, but is home to three species from the Elateridae family, which are “click” beetles with two points of light at the height of the pronotum that make them categorized as luminescent flying Elaterids (socially called “fireflies” although this name does not really belong to them)

These species are *Nyctophyxis ocellatus*, *Campyloxenus pyrothorax* and *Phanophorus perspicax*, which generate luminescent courtship shows during summer nights in various locations throughout the country. Information on the distribution, persistence and size of populations is scarce, probably due to the decline of these arthropods over the years as a consequence of many anthropic and environmental factors. The question arises whether the entomological collections of Chilean museums are representative with respect to the geographical distribution and current presence of two of the three species, *Nyctophyxis ocellatus* and *Campyloxenus pyrothorax* in Chile.

Therefore, the objective of the present study was to determine the distribution of these species guided by data found in entomological collections of at least four museums in Chile, which indicated that *Nyctophyxis ocellatus* lives from Copiapó to the Biobío region, while *Campyloxenus pyrothorax* maintains a distribution pattern from the Biobío region to Aysén; Subsequently, the field evaluation of their presence or absence was carried out in two selected locations corresponding to specimen collection sites according to the collections, where 30 specimens were captured manually directly in flight during their courtship period between the second fortnight of January and the first half of February. Finally, the specimens were identified through observation through a magnifying glass and comparison of anatomical structures both qualitatively and quantitatively, guided by scientific articles that morphologically describe the species. The results indicated that each and every one of the 30 specimens collected correspond to individuals of the species *Phanophorus perspicax*, which suggests a possible modification of the habitat of these Elaterids.

Keywords: Elateridae, Chile, Concepción, Entomology, Fireflies.

1. INTRODUCCIÓN

Los insectos, considerados el grupo de organismos animales más diverso en el mundo, juegan un rol fundamental en el ecosistema, actuando como depredadores, colonizadores, descomponedores, dispersores de semillas, y como indicadores de salud y biodiversidad del ambiente (Dirham et al., 1996). Todas estas funciones son de vital importancia debido a que permiten que los ecosistemas sean sostenibles en el tiempo (Noriega et al., 2018). En Chile los insectos presentan un alto grado de endemismo, un escaso grado de diversificación, y un alto porcentaje de amenaza a su conservación debido a la actividad antrópica en los bosques nativos (Grez et al., 2003).

Dentro de la gran variedad de clasificaciones de artrópodos para el orden Coleoptera las relaciones de los subórdenes no están resueltas, ya que se han propuesto 8 de 15 posibles topologías enraizadas (Hunt et al., 2007; Maddison et al., 2009; McKenna y Farrell, 2010; Lawrence et al., 2011); Sin embargo, se describen aproximadamente 390.000 especies (Bocak et al., 2014). En nuestro país el orden Coleoptera está constituido por 96 familias, 1.196 géneros y 3.947 especies (Elgueta, 2000).

Polyphaga, uno de los potenciales subórdenes, se diferencia a su vez en 16 superfamilias y 144 familias, entre ellas Lampyridae y Elateridae, ambas con especies voladoras luminiscentes (Arnett et al., 2002).

La familia Lampyridae, compuesta por aproximadamente 2200 especies, pertenece al grupo de Coleópteros que se distinguen principalmente por la presencia de un órgano luminiscente ubicado en los últimos segmentos del abdomen, característica que los vuelve, ante la sociedad, insectos carismáticos, utilizados comúnmente como foco de espectáculos nocturnos durante épocas de verano en todo el mundo (Martin et al., 2019; Lewis et al., 2021). Sin embargo, a pesar de ser artrópodos difíciles de ignorar gracias a su capacidad lumínica, han sido durante años superficialmente estudiados por la comunidad científica de Chile y el mundo, desconociendo datos importantes sobre su biología, hábitat, distribución específica, patrones de comportamiento y principales amenazas (Ladino, 2022). América del sur ha realizado pocas publicaciones con listados actualizados sobre las especies de Lampíridos que habitan la zona; sólo Brasil y Perú han avanzado en el conocimiento que al orden respecta (Vaz et al., 2023; Juárez

y Coronado, 2021). Las luciérnagas (principal exponente Lampyridae) son escarabajos que habitan en zonas húmedas, incluidos humedales (estanques, arroyos, manglares, marismas y filtraciones del desierto), pastizales y bosques, donde actúan como depredadores, herbívoros, polinizadores y descomponedores de materia orgánica (Lloyd, 2002; Lozada et al., 2004). Es gracias a estas funciones que cobran especial importancia en estudios ecológicos, particularmente como indicadores de biodiversidad, de conservación y de salud ambiental debido a que señalan la existencia de abundante vegetación, biodiversidad acuática y de tierras no expuestas a sequías ya que la humedad del suelo es vital para los estadíos inmaduros y sin ella no podrían subsistir (Lozada et al., 2004; Kazama et al., 2007).

En Chile los ecosistemas de agua dulce representan una amplia diversidad, desde vegas y salares en el norte a bosques pantanosos o hualves, ñadis y turberas en el sur, incluyendo lagos, lagunas, pantanos, ríos, esteros y arroyos, entre otros, en los cuales se estima habita una amplia diversidad de Coleópteros luminosos (Habit et al., 2019). Entre las localidades donde se pueden apreciar espectáculos luminiscentes destacan socialmente Pitrufrquén, región de la Araucanía, Valdivia, región de los Ríos, Curicó en la región del Maule; y el Gran Concepción, región del Biobío (Arias y Elgueta, 2012). Durante las noches de verano en diversos puntos geográficos de Chile se detecta la presencia de Coleópteros luminosos y de su espectáculo bioluminiscente anunciando la época de cortejo (Iusa, 2022). Esta bioluminiscencia se ha explicado por un modelo bioquímico que menciona al oxígeno como el principal factor de control (Wilson y Hastings, 1998). El modelo establece a la luciferina como un sustrato para formar complejos con otra enzima conocida como la luciferasa y con ATP, que en presencia de magnesio forman un medio activo, el cual requiere sólo del oxígeno para completar la reacción fotoquímica (Ghiradella, 2004). Cuando el oxígeno se une se forma un peróxido cíclico que se descompone y emite luz (DeLuca y McElroy, 1974). Otras teorías mencionan que, en lugar de oxígeno, podría ser el peróxido de hidrógeno el que realmente desencadena el destello (Ghiradella, 2004). Las luciérnagas son tan versátiles que la mayoría puede modular sus patrones de luz, modificando frecuencia, intensidad y en algunos casos, color, dependiendo de la intención como también de la especie, y es que, para los individuos adultos, la señalización luminosa es más que una señal de cortejo, sino que también puede actuar como una señal de

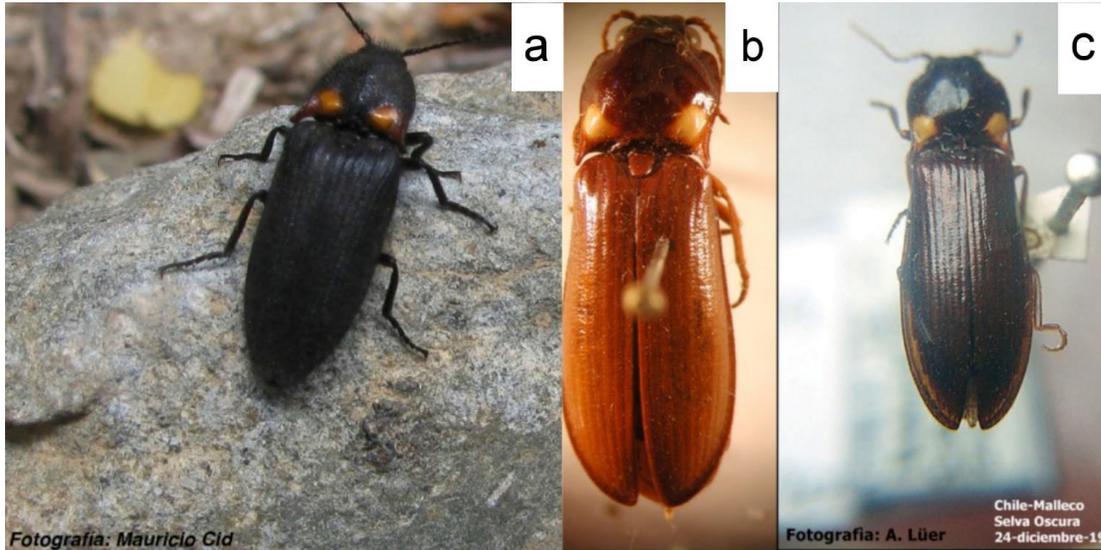
advertencia o de atracción (Goh et al., 2022). Todas las luciérnagas son luminiscentes durante su etapa larvaria, la cual puede conllevar varios meses, sin embargo, el comportamiento de cortejo luminoso que conocemos solo ocurre durante la etapa adulta que tarda alrededor de dos a cuatro semanas (Riley et al., 2021). Por su parte, las larvas son consideradas depredadoras por su consumo de caracoles, lombrices de tierra y otras presas de cuerpo blando (Lloyd, 2008). El periodo de adultez gira en torno al cortejo y la reproducción, debido a ello su ingesta de alimentos es baja, y sólo se les ha observado alimentándose de los brotes y flores (Lloyd et al., 1989). Otra diferencia importante entre larva y adulto se presenta en su hábitat; las larvas de luciérnaga, dependiendo de la especie pueden ser terrestres, semiacuáticas o acuáticas (Lloyd, 2008; Ohba, 2004). Los adultos pueden presentarse en su llamativa forma aérea como también sólo desplazarse por tierra, o en algunas especies, rotar entre ambas modalidades. Sin embargo, se menciona que las hembras suelen ser sedentarias y mantenerse en tierra durante la época del cortejo, emitiendo brillos mientras están posadas cerca del suelo (Owens et al., 2022). Los machos voladores son los encargados de enviar señales luminiscentes desde las alturas, repitiendo un patrón de destellos específico de su especie a intervalos cronometrados, mientras tanto, las hembras receptivas generan destellos de respuesta en el denominado diálogo de cortejo (Ohba, 2004; Lewis y Cratsley, 2008). En algunos países de Asia la exhibición de destellos rítmicos de las luciérnagas se utiliza para atraer turistas en una actividad llamada entomoturismo. El entomoturismo (que se centra en los insectos como atractivo principal) genera que cada año miles de personas visiten en todo el mundo congregaciones de mariposas monarca (*Danaus plexippus*), luciérnagas (*Luciola cruciata*, *Pteroptyx* spp), cuevas con gusanos luminosos (*Arachnocampa luminosa*), etc (Gómez y Gasca, 2022). Esta actividad busca la utilización de los insectos como atractivo turístico en diversas regiones del mundo (Lemelin, 2019) debido a tres razones importantes, primero, debido a que el avistamiento de las especies en su hábitat permite que los territorios donde se lleva a cabo se conserven en su estado natural, segundo, con la intención de visibilizar, identificar y posicionar a los insectos como parte del capital natural de los pueblos (Gómez y Gasca, 2022) y tercero, para aumentar la conciencia sobre los problemas de extinción de especies entre los visitantes e incentivarlos a contribuir con las prácticas de conservación de fauna silvestre (Cheng et

al., 2021). Desafortunadamente, en la actualidad los Coleópteros luminosos, tanto Lampyridae como Elateridae, se encuentran cada vez más amenazados por la pérdida de hábitat, la contaminación lumínica y el uso de pesticidas y al igual que mucha de la biota entomológica nacional, debido a la poca información existente, no pueden ser categorizados como especie en riesgo ante los criterios establecidos para la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Jerez et al., 2015; Cheng et al., 2021).

Contradictoriamente a lo que se piensa, Chile no cuenta con Lampíridos voladores luminiscentes como el resto de Latinoamérica, sino que, lo que se consideran socialmente como “luciérnagas” en realidad son escarabajos de la familia Elateridae, distribuidos desde Alaska hasta el sur de Chile y Argentina (Zurita et al., 2014). Lo que se observa en las noches de verano en distintos puntos del territorio nacional son individuos de las especies *Nyctophyxis ocellatus*, *Phanophorus perspicax* y *Campyloxenus pyrothorax* (Arias y Elgueta, 2012). En quienes la emisión de luz proviene de dos vesículas o manchas fotógenas a la altura del pronoto (Rosa, 2007) y que, a diferencia de las luciérnagas Lampyridae, su luz es constante y puede aumentar la intensidad al tocarles. Otra característica importante de esta familia es su morfología, cuentan con una articulación libre entre protórax y mesotórax con una prolongación de la región posterior del prosterno la cual se fija en una porción del mesosterno; esta articulación les otorga la propiedad de saltar incluso mientras se encuentren en posición decúbito-dorsal sobre el suelo, inclinando la cabeza y el protórax hacia atrás generando un pequeño chasquido o “click” en el movimiento que les permite enderezar el cuerpo, girar sobre su eje y retornar a su posición boca arriba (Borrer et al., 1992; Zurita et al., 2014). Es gracias a este sonido que se les conoce comúnmente como “tronadores”, “quiebra-palitos”, “saltapericos” o “saltadores” (Zurita et al., 2014) “escarabajos click”, “click beetles” o “cocuyos” (Aguirre, 2009).

Tanto *Nyctophyxis ocellatus* como *Phanophorus perspicax* tienen un mayor acercamiento genético al pertenecer a la denominada Tribu Pyrophorini (Costa, 1975). Ellos son tradicionalmente considerados como un grupo monofilético, compartiendo, como se supone sinapomorfia, la presencia de órganos bioluminiscentes (Rosa, 2007). Además de compartir rasgos anatómicos que las convierten en especies similares entre sí (Figura 1).

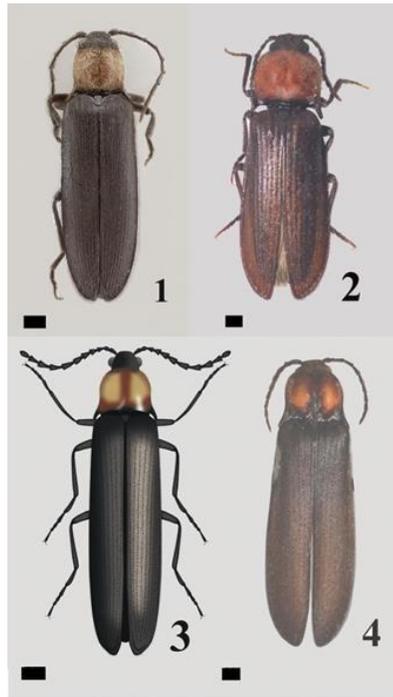
Figura 1. Fotografía de ejemplares de *N. ocellatus* y *P. perspicax*.



Nota: figura 1(a) fotografía de Mauricio Cid de un ejemplar de *Nyctophyxis ocellatus*, extraída el 6 de junio del 2024 Del sitio Coleoptera neotropical; figura 1(b) y 1(c), fotografías De A. Lüer de dos ejemplares de *Phanophorus perspicax*, extraída el 6 de junio del 2024 Del sitio Coleoptera neotropical. (<http://coleoptera-neotropical.org>)

Por otra parte, *Campyloxenus pyrothorax* pertenece a la subfamilia Campyloxeninae, que se denominan por su antigüedad y data genómica, Elatéridos de Godwana (Motyka, 2023). Sus grandes linternas pronotales difieren de Pyrophorini y se asemejan a parches de color de co- mímicos de escarabajos simpátricos. Este descubrimiento destaca el cuarto o quinto origen de la bioluminiscencia en Elateroidea (Costa, 1975). Recientemente también se ha identificado especie nueva correspondiente a la subfamilia Campyloxeninae, pero que a diferencia de *Campyloxenus pyrothorax*, no presenta vesículas bioluminiscentes, se le ha denominado *Malalcahuello ocaresi* por su sitio de distribución (Arias, 2015) (Figura 2).

Figura 2. Ejemplares de *Malalcahuello ocaresi* y *Campyloxenus pyrothorax*.



Nota: 1–2 Adulto de *Malalcahuello ocaresi* sp. n.: macho (1), hembra (2) 3–4 Adulto de *Campyloxenus pyrothorax*: macho, ilustración por Nancy Arias Tobar (3), hembra (4). Extraído el 6 de junio de 2024 de *Malalcahuello ocaresi* gen. & sp. n. (Elateridae, Campyloxeninae) de Elizabeth Arias, 2015.

Si bien con el tiempo se han identificado similitudes con las luciérnagas Lampyridae, tales como los potenciales ambientes a habitar, hasta el momento tanto *Nyctophyxis ocellatus* como *Campyloxenus pyrothorax* sólo han sido identificados en Chile y Argentina (Rosa, 2007).

Las colecciones de ejemplares de entomofauna son una buena base de información para conocer la distribución que estos artrópodos tienen en sus respectivos países y en este caso en particular, para la identificación de las especies existentes en Chile; No obstante, pocos museos cuentan con colecciones entomológicas de Elatéridos y la información de estos museos no es de fácil acceso, por lo cual, uno de los principales objetivos de este proyecto es la identificación de dos especies de la familia Elateridae (*Nyctophyxis ocellatus* y *Campyloxenus pyrothorax*) en museos debido a su distribución geográfica restringida en comparación a *Phanophorus perspicax*; Se busca determinar sus lugares de recolección, persistencia en el tiempo de individuos en los lugares donde fueron recolectados y, considerando la escasa información sobre la familia, facilitar las futuras investigaciones o

estudios que permitan identificar subfamilias, tribus, etc, de Elatéridos voladores luminiscentes en Chile. La importancia del estudio de estos artrópodos en particular para el mundo de la medicina veterinaria implica un complemento para la investigación de conservación de especies que son importantes para el ecosistema y que también forman parte de la base del mismo. Sin ellas, identificaremos ecosistema enfermo, por lo que es vital fomentar su conservación. Así mismo se requiere responder la siguiente pregunta de investigación: ¿Las colecciones entomológicas de los museos de Chile son representativas respecto a la distribución geográfica y presencia actual de *Nyctophyxis ocellatus* y *Campyloxenus pyrothorax* en el país?

2. OBJETIVOS

2.1.- Objetivo general

Evidenciar la persistencia en el tiempo de *N. ocellatus* y *C. pyrothorax* y establecer un mapa de distribución en Chile de acuerdo a las diferentes colecciones entomológicas de los museos de Zoología

2.2.- Objetivos específicos

-Identificar información de ubicaciones geográficas de Elatéridos luminosos voladores *N. ocellatus* y *C. pyrothorax* de acuerdo con datos en colecciones entomológicas de museos de Zoología.

-Identificar presencia o ausencia actual de las especies *N. ocellatus* y *C. pyrothorax* por medio de avistamiento de ejemplares.

3. MATERIAL Y MÉTODO

Materiales:

- Colecciones entomológicas de cuatro museos de Chile.
- Libreta de campo (bitácora)
- Computador Lenovo.
- GPS
- Linterna
- Lupa.
- Hojas blancas.
- Plumón permanente.
- Pinza anatómica.
- Frascos de vidrio de 100 ml.
- Aplicación Qgis.
- Alcohol al 90%
- Artículos guía de identificación taxonómica de artrópodos (Análisis filogenético y revisión taxonómica de la tribu Pyrophorini Candèze, 1863 (Coleoptera, Elateridae, Agrypninae), Simone Policena Rosa, 2007 y *Malalcahuello ocaresi* gen. & sp. N. (Elateridae, Campyloxeninae) de Elizabeth Arias, 2015).

Método:

Este estudio consta de tres fases, la primera de investigación, la segunda de avistamiento e identificación de especies y la tercera de análisis de datos. Durante los meses de noviembre y diciembre del año 2023, se recopiló información de colecciones entomológicas de museos de Chile. Para analizar la presencia de Elatéridos luminiscentes voladores primero se realizó un filtro de especies que habitan Chile, reduciendo la lista a dos nativos, *Nyctophyxis ocellatus* y *Campyloxenus pyrothorax*, según el catálogo de Elatéridos chilenos de Elizabeth Arias y Mario Elgueta, publicado en diciembre del año 2012.

Las zonas geográficas de distribución de Elatéridos se limitó de acuerdo con las colecciones entomológicas de los museos que se pudo acceder, que se mencionan a continuación:

- La colección privada del entomólogo Juan Barriga, Curicó, Región del Maule.
- Museo de Zoología de la Universidad de Concepción, Concepción, Biobío.
- Museo entomológico Luis Peña, Campus Antumapu, Universidad de Chile, Santiago.
- Museo de Historia Natural de Chile, Santiago.

Los datos recopilados de las colecciones fueron:

- Nombre de la especie.
- Fecha de muestreo.
- Lugar de muestreo.
- Nombre del recolector.
- Actualizaciones del catálogo de ingresos de entomofauna.

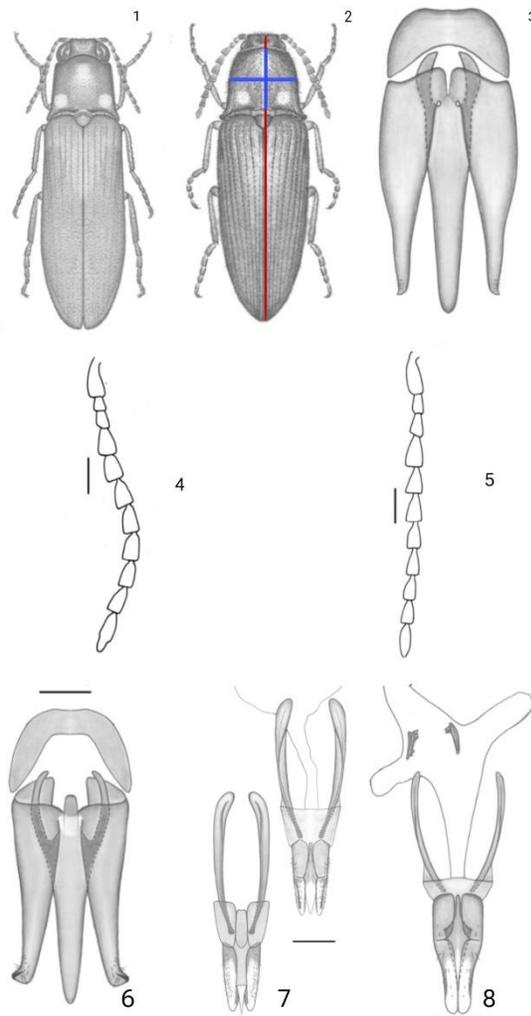
En la primera fase se recolectó toda la información posible para contar con la mayor cantidad de ejemplares recolectados en distintos años.

La segunda fase consistió en visitas a terreno durante la época de cortejo comprendida entre la segunda quincena de enero y la primera quincena de febrero. Para el avistamiento y para evidenciar la presencia o ausencia de las especies según las colecciones de entomofauna, se seleccionaron dos puntos geográficos que contaban con la mayor cantidad de ejemplares recolectados en distintos años registrados en los museos de zoología y se visitaron durante el periodo de cortejo de los individuos.

Para identificar a las especies presentes se capturaron 30 ejemplares por medio de colecta manual directa nocturna, revisando el follaje de las plantas, flores, hojas caídas, troncos podridos, bajo piedras, animales en descomposición y excremento y capturando sin artefactos, sólo de forma manual. Esto se realizó en un lapso de dos días por cada punto a visitar, hasta recolectar 6 individuos en el primer sitio y 24 en el segundo sitio, según abundancia en un lapso de 3 horas, de 21.00 pm a 00.00 am acorde a su horario de aparición para el cortejo. Los ejemplares se guardaron en frascos de vidrio separados con 30 ml de alcohol al 90% y fueron identificados morfológicamente a través de observación con lupa en aumento 4x, capturando fotografías individuales de los

ejemplares en vistas ventro-dorsal, latero-lateral y dorso-ventral, posterior a ello, fueron comparados con la literatura obtenida para identificación de especies Elateridae según taxonomía con Clave de identificación de Simone Policena, 2007 y *Malalcahuello ocaresi* gen. & sp. N. (Elateridae, Campyloxeninae) de Elizabeth Arias, 2015. Se evaluaron características como la cantidad de segmentos de las antenas, presencia o ausencia de pelo, color, longitud del cuerpo a través de la toma de imágenes sobre una regla milimetrada, relación ancho y largo del pronoto, coloración del pronoto y tamaño y forma de las vesículas de luz (Figura 3).

Figura 3. Sectores anatómicos analizados.



Nota: figuras 3.1 y 3.2, *Phanophorus perspicax* y *Nyctophyxis ocellatus* respectivamente (dorsal); figura 3.2, zonas del pronoto y cuerpo sometidas a mediciones; figuras 3.3 y 3.6, Edeago de *Phanophorus perspicax* y *Nyctophyxis ocellatus* respectivamente (ventral); figuras 3.4 y 3.5 Antenas de *Nyctophyxis ocellatus* y *Phanophorus perspicax* respectivamente; figura 3.7, Órgano ovopositor de *Nyctophyxis ocellatus* (ventral, dorsal); figura 3.8, Género A sp 1 spn. (dorsal). Adaptado de Rosa, S. P. (2007). Análise filogenética e revisão

taxonômica da tribo Pyrophorini Candeze, 1863 (Coleoptera, Elateridae, Agrypninae) (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo)

Para la identificación taxonómica se recibió ayuda de dos entomólogos Juan Enrique Barriga y Marcelo Guerrero.

La fase tres de análisis de datos se centró en el mapeo con la distribución de las especies. Para ello se utilizaron los datos recolectados de las colecciones entomológicas y del muestreo se elaboró un mapa de distribución que incluye la ubicación geográfica con nombre del sector y especie de Elatéridos luminiscentes voladores en Chile, con énfasis en los dos puntos geográficos de confirmación de persistencia en el tiempo.

4. RESULTADOS

Recopilación de datos desde museo

Se identifican en total 149 ejemplares de Elateridae tras la visita a los 4 museos seleccionados, de ellos 31 corresponden a *Campyloxenus pyrothorax* y 118 a *Nyctophyxis ocellatus*, concentrándose la mayor cantidad de individuos en la colección privada de Juan Enrique Barriga ubicada en Curicó. De cada colección se extrajo el nombre de la especie, fecha, nombre de recolector y lugar de recolección, datos que se organizaron en tablas para posteriormente identificar el lugar con la mayor cantidad de ejemplares por especie recolectados en distintos años (Tabla 1-5 en anexos).

El Canelo, perteneciente a la región Metropolitana contó con 22 muestras de *Nyctophyxis ocellatus*, 10 recolectadas en diferentes años, mientras tanto Nahuelbuta, perteneciente a la región del Biobío, concentró 5 muestras de *Campyloxenus pyrothorax*, 3 recolectadas en distintos años, lo que las convirtió en los dos sitios de muestreo seleccionados para realizar un avistamiento comprendido entre la segunda quincena de enero y la primera quincena de febrero del año 2024, siendo esta fecha coincidente con el periodo de cortejo y reproducción de las especies mencionadas.

Avistamiento y captura

Según los datos recopilados para responder al primer objetivo, se identificaron los dos sitios con la mayor cantidad de ejemplares recolectados en diferentes años, específicamente, El Canelo en Santiago de Chile para *Nyctophyxis ocellatus* y Nahuelbuta para *Campyloxenus pyrothorax*. Dado que no se disponía de coordenadas precisas de los lugares de recolección, se optó por seleccionar dos puntos específicos mencionados por los recolectores: El Canelo, a una altitud de 720 mts, y Caramavida, a 1300 mts, ubicado en las cercanías del parque Nahuelbuta. Esto se hizo con el propósito de centralizar la búsqueda de ejemplares en el terreno (Figura 4)

Figura 4. Imágenes satelitales de los dos sitios seleccionados de recolección.



Nota: Sector El Canelo, Región Metropolitana y sector Caramavida, región del Biobío.

De acuerdo con lo planteado en el segundo objetivo, para identificar la presencia o ausencia de las especies encontradas en los museos, se visitan los dos lugares previamente seleccionados. El día 17 de enero del 2024 se inicia la búsqueda de *Nyctophysis ocellatus*, por cual se recorre el sector El Canelo, ubicado en la Cordillera de la región metropolitana. Se realiza una caminata desde el primer paradero hasta el estero, consultando a lugareños por el avistamiento de las denominadas popularmente “Luciérnagas” estos mencionan jamás haberlas visto y que, de encontrarlas, se debía acceder a los bosques ubicados en los cerros del lugar. Se notifica la situación y al desplazarse al lugar, se encuentra prohibido el paso debido a ser un sector privado. La situación finalmente impide el avistamiento de esta especie.

El día 24 de enero del 2024 comienza la búsqueda de *Campyloxenus pyrothorax* en Caramavida 1300 msnm (37° 32'08"S 71°55'34"W). Se inició la búsqueda desde los 1000 msnm y a partir de las 21:51 horas se comenzaron a avistar los primeros puntos de luz en la zona, brotando de una planta de gran altura y desde malezas cercanas a un estanque. Al llegar a los 1300 msnm se identifica que los ejemplares provenían desde el primer punto de avistamiento (1100 msnm). Se

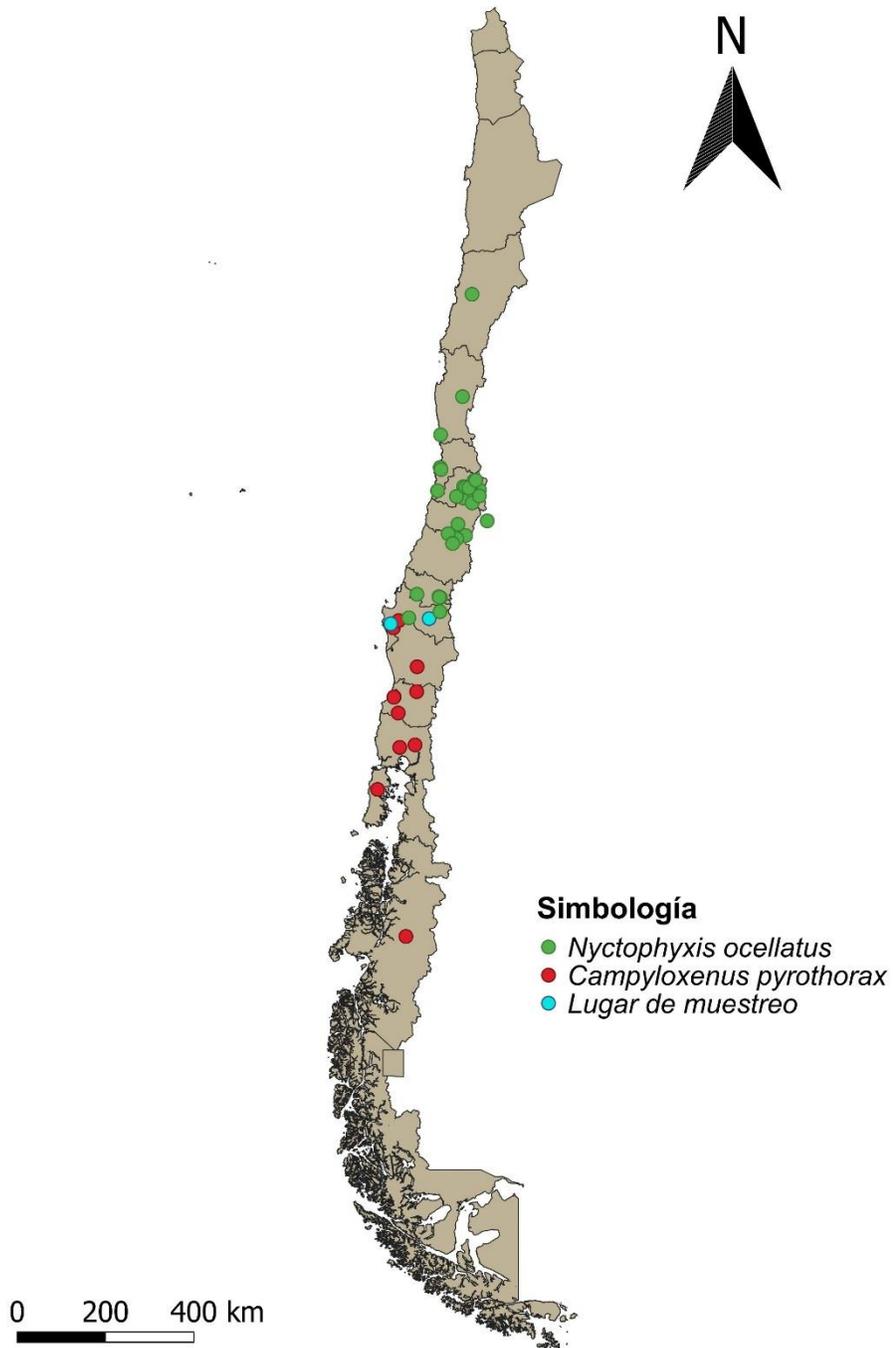
capturaron 6 ejemplares de forma manual durante su vuelo en un aproximado de 2 minutos y se almacenaron en alcohol al 90%.

El ambiente en donde se encontraron comprendía la presencia de un pozón de agua derivado de un río cercano, con vegetación variada alrededor y destacando la existencia de malezas, y pasto seco en el suelo debido a la temporada. La planta de donde provenían se identificó como *Greigia landbeckii*, endémica de Chile.

El día 1 de febrero del 2024 en Sector la Hoyada (37°41'26"S 73°21'23"W), perteneciente a la región del Biobío, se identifican ejemplares de Elatéridos voladores luminiscentes provenientes de *Greigia landbeckii* que estaba presente en el lugar, debido a la gran abundancia de los artrópodos se recolectaron 24 individuos en vuelo en un tiempo cronometrado de 6 minutos, los cuales se conservaron inmediatamente en alcohol al 90%. El ambiente donde se encontraron comprendía abundante vegetación compuesta por flores silvestres, árboles frutales y plantas de moras y frambuesas, y cercanas también a un estrecho paso de agua derivado de un río cercano. Los habitantes del lugar mencionan que estos ejemplares se han visto cada verano desde aproximadamente 40 años que es el tiempo que ellos llevan viviendo allí. Sin embargo, durante el último tiempo se ha reducido considerablemente la población.

En la figura que se muestra a continuación se observan los puntos geográficos donde se recolectaron los ejemplares de *Nyctophyxis ocellatus* (Color verde) y *Campyloxenus pyrothorax* (Color rojo) que para el año 2024 son parte de las diferentes colecciones entomológicas de los museos de Chile, cuyos primeros individuos de dichas especies fueron colectados en el siglo XIX y los últimos durante el año 2006. Junto a ello se observan también los dos sitios de recolección (color celeste) uno de ellos seleccionado según las colecciones visitadas y el segundo de forma espontánea. Gracias al mapa generado se puede observar un patrón de distribución de las especies donde *Nyctophyxis ocellatus* (Color verde) se distribuye desde Copiapó hasta Biobío, mientras tanto *Campyloxenus pyrothorax* (color amarillo) se distribuye desde Biobío hasta la región de Aysén (Figura 5).

Figura 5. Mapa de distribución de *C. pyrothorax* y *N. ocellatus* según datos obtenidos de las colecciones entomológicas de los museos, junto a las zonas de muestreo.



Nota: Mapa de autoría propia generado en Qgis.

Los 6 individuos recolectados en Caramavida (37°41'26"S73°21'23"W) fueron observados con lupa, identificando una longitud promedio que oscilaba entre los 13 mm y los 15 mm, con antenas de 11 segmentos, pronoto cóncavo a caudal y convexo hacia craneal, puntillado. Pelo dorado y fino en pronoto y rodeando el edeago; tegumento brillante y de tonalidades marrón oscuro uniforme en 5 de 6 ejemplares, vesículas de luz de tonalidades amarillas con un diámetro entre de 0.4 mm a 1mm, cóncavas hacia lateral, rodeadas en cinco ejemplares por una tonalidad anaranjada leve. Relación pronoto 1.21 en promedio más ancho que largo. El individuo restante contó con una longitud de 15 mm, relación pronoto de 1.3, 11 segmentos de antes, vesículas de luz de 1 mm de diámetro, cóncavas hacia lateral, pronoto de color negro al igual que el resto del cuerpo y con presencia de órgano ovopositor. Existieron pequeñas variaciones en edeago presentes en 5 de los 6 ejemplares, parámetros estrechos abruptamente en tercio apical, ápice ahusado con una punta, dirigido a lateroventralmente, sin carina ni espina (Figura 6) (Tabla 6 en anexos).

Debido al análisis de morfología y a la comparación con descripciones previamente publicadas con diferentes entomólogos, se sugiere que los ejemplares corresponden a la especie *Phanophorus perspicax*.

Figura 6. Ejemplares recolectados en el sector de Caramavida (37°41'26"S73°21'23"W).

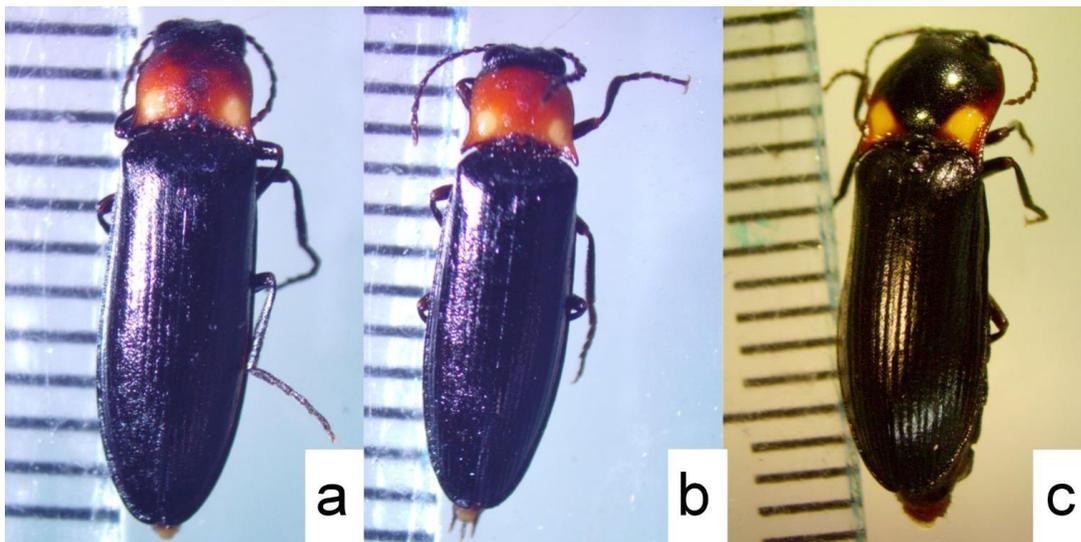


Nota: figuras 6(a) y 6(b), Individuo 1 (dorsal y ventral); figura 6(c) Individuo número 6 (dorsal).
Fuente: Elaboración propia.

Los 24 individuos recolectados en el segundo punto ubicado en La Hoyada (37° 32'08"S 71°55'34"W) de igual manera fueron observados bajo lupa, identificando una variación de tonalidades y tamaño entre varios ejemplares, por ello se dividieron en dos grupos según tonalidad del pronoto. En el grupo uno, 11 contaron con un color amarillo/anaranjado generalizado a la altura del pronoto y 11 con un halo amarillo/anaranjado alrededor de las vesículas pronotales, además de antenas con 11 segmentos. Junto a ello tres tipos de vesículas de luz, 12 convexas hacia medial y cóncavas hacia lateral, 9 completamente redondeadas y 1 de tipo ovoide, todas ellas de un diámetro promedio de 0.4 mm. La longitud total corporal osciló entre los 10 mm y 14 mm, un ancho corporal promedio de 0.35 mm. Por otro lado, el segundo grupo de 2 ejemplares contaron con un pronoto completamente negro, vesículas de luz de tipo convexas hacia medial y cóncavas hacia lateral que contaban con un diámetro de 0.5 mm o una relación de 1/9 con la superficie total del pronoto, antenas de 11 segmentos de 4 mm de longitud, y una longitud del cuerpo de 13 mm y 15 mm respectivamente. Pronoto 1.3 veces más ancho que largo, de tipo cóncavo a caudal y convexo hacia craneal.

Se identificaron 7 ejemplares con presencia de órgano ovopositor, 6 no definidos y existieron pequeñas variaciones en edeago presentes en 11 ejemplares, parámetros estrechos abruptamente en tercio apical, ápice ahusado con una punta, dirigido a lateroventralmente. Sin carina ni espina (Figura 7) (Tabla 7 en anexos).

Figura 7. Ejemplares recolectados en el sector de La Hoyada (37° 32'08"S 71°55'34"W)



Nota: figura 7(a) Individuo 5(dorsal); figura 7 (b) Individuo 10 (dorsal); figura 7 (c) Individuo número 24 (dorsal). Fuente: Elaboración propia.

5. DISCUSIÓN

A partir del análisis de los datos recopilados de 149 ejemplares en las colecciones entomológicas de 4 museos de Chile, se observa un patrón de distribución donde tanto *Nyctophyxis ocellatus* como *Campyloxenus pyrothorax* abarcan una amplia porción del territorio nacional. Los 118 individuos de *N. ocellatus* mostraron una distribución de hábitat comprendida entre la región de Coquimbo y la región del Biobío, con una mayor concentración en la Cordillera de Los Andes a la altura de la región Metropolitana, mientras tanto los 31 individuos de *C. pyrothorax* revelaron una distribución de hábitat desde la región del Biobío hasta la región de Aysén sin un sitio específico con mayor abundancia.

Según los registros, *Phanophorus perspicax* abarca una mayor cantidad de localidades donde podría habitar (Arias y Elgueta, 2012) y una gran cantidad de espacio en las colecciones entomológicas visitadas por la abundancia de individuos recolectados, por lo que, su presencia e identificación en los muestreos realizados en Caramavida y la Hoyada no podría ser descartada.

La identificación de los 30 ejemplares recolectados en los dos puntos de muestreo indica que, a pesar de las diferencias morfológicas extrapoladas a tamaño, coloración y morfología, que todos y cada uno de ellos corresponden a la especie *Phanophorus perspicax*, pudiendo establecer una diferencia entre ejemplares que habitan en Cordillera de los Andes y aquellos que habitan en la Cordillera de la Costa (Comunicación personal, Guerrero, 2024).

A pesar de haber seguido con exactitud las descripciones realizadas por Policena Rosa y Arias para realizar la identificación, lo ideal es realizar un estudio a nivel de ADN mitocondrial para identificar los genomas descritos para cada especie y así concluir si los 30 ejemplares corresponden a ellas o si estamos frente a una nueva especie de Elatérico volador bioluminiscente Chileno que derive de las ya descritas. De igual forma para la identificación correcta de la persistencia en el tiempo de las dos especies muestreadas,

se deben considerar las limitaciones del estudio, extrapoladas a la imposibilidad del ingreso a todos los sitios dónde inicialmente se habían avistado debido a su actual privatización, y también a la amplia diversidad de sitios mencionados en los registros de los museos de zoología, los cuales, en su mayoría fueron descartados del presente estudio gracias al método de exclusión de la cantidad de ejemplares recolectados en distintos años, pero que debiesen incluirse para tener una mayor precisión sobre la ausencia o presencia de individuos en terreno.

Hasta el momento en Chile no existen más datos publicados sobre la persistencia en el tiempo de *N. ocellatus* y *C. pyrothorax*, tampoco se ha generado un mapa de distribución para la identificación del patrón de hábitat de las especies mencionadas, por lo que, este estudio se considera un avance en materia de información respecto a esta área; esto nos lleva a evaluar si la falta de información se debe a la poca cobertura científica que Chile tiene en relación a sus artrópodos, o si es debido a la paulatina disminución de su abundancia gracias a factores externos como el cambio climático, la tala de bosques o la presencia de asentamientos humanos a su alrededor (Colares et al., 2021).

Si bien no hay estudios ligados a factores detonantes de la extinción de Elatéridos voladores luminiscentes, sí existen publicaciones para Lampíridos, que mencionan que la pérdida de hábitat y el deterioro de la calidad del agua han llevado a la extinción de las poblaciones de luciérnagas en algunas partes del sudeste asiático (Lloyd et al., 1989; Sriboonlert et al., 2015).

En relación a poblaciones del género *Pteroptyx*, se menciona que los ríos estuarinos que habitan en el sudeste asiático están cada vez más amenazados por la destrucción del hábitat como resultado de actividades agrícolas y la contaminación del ambiente en el que viven (Lewis et al., 2021). La contaminación lumínica, en particular, parece ser también una seria amenaza para las luciérnagas de la familia Lampyridae, ya que afecta su actividad, su comportamiento de cortejo y su éxito en el apareamiento (Cheng et al., 2021). Todo lo mencionado anteriormente puede ser extrapolado a las especies de la familia Elateridae debido a su similitud en comportamiento y condiciones de hábitat con las especies de la familia Lampyridae.

Según los datos obtenidos y revisados es posible sugerir que, las especies que antes estuvieron descritas en ciertos puntos geográficos de Chile, ahora conviven con otra

Especie que ha ido aumentando su distribución de hábitat, por ello, es de vital importancia identificar si tanto *Campyloxenus pyrothorax* como *Nyctophyxis ocellatus* aún se encuentran emplazadas ciertos puntos del territorio nacional, o si con el paso de los años han disminuido sus poblaciones y han generado un asentamiento específico en ciertas zonas un poco más limitadas.

Otro punto importante es analizar qué cambios se han generado en el ambiente, si el cambio climático efectivamente ha afectado a la proliferación de ciertas especies por sobre otras, ligado a fluctuaciones de temperatura, humedad, entre otros, o si es por presencia de asentamientos humanos y con ello la posible disposición de insecticidas que afecten la supervivencia de estos artrópodos. Está reportado en muchos estudios que los insectos pueden cambiar su rango de distribución en elevación debido al cambio climático, migrando hacia rangos más tolerables de temperatura (Menendez et al., 2014; Sheldon, 2019). En Chile, muchos cambios a nivel de ecosistemas se han registrado debido a eventos como el cambio climático, por ejemplo, una disminución en el crecimiento de los árboles, cambios en las precipitaciones, escasez hídrica, entre otros, que podrían estar afectando la distribución de los Elatéridos (Matskovsky et al., 2021; Barria et al., 2021).

Por otra parte, la identificación de las especies de forma macroscópicas es cada vez más compleja, considerando que, según los artículos científicos y las colecciones de los museos de zoología de Chile, no se realiza un seguimiento continuo, lo que dificulta identificar cambios a mediano y largo plazo y generar así una línea de tiempo. Debido a estas variables, se ha comenzado a indagar en la identificación de especies por medio de genomas y análisis de ADN, áreas que serán de ayuda en el caso de progresar.

6. CONCLUSIONES

Según los datos obtenidos y revisados no es posible evidenciar la persistencia en el tiempo de *Nyctophyxis ocellatus* y *Campyloxenus pyrothorax* debido a limitaciones en los muestreos en terreno. En la amplia gama de lugares de distribución propuestos por los datos de las colecciones entomológicas, sólo se pudo visitar con éxito uno de ellos, identificando a todos los individuos recolectados como *Phanophorus perspicax*. En relación al mapa de distribución, fue posible generarlo con los datos de las colecciones entomológicas de los museos de Zoología de Chile, identificando un patrón de distribución para *N. ocellatus* que abarca desde Copiapó hasta Biobío, mientras tanto *C. pyrothorax* se distribuye desde Biobío hasta la región de Aysén.

En cuanto a la pregunta de investigación planteada, se sugiere que la información encontrada en las colecciones entomológicas de los museos de Zoología de Chile no es representativa respecto a la distribución geográfica y presencia actual de *Nyctophyxis ocellatus* y *Campyloxenus pyrothorax*, esto es debido a la falta de actualizaciones en el catálogo de insectos, en el cual el último registro de ingreso de estas especies se realizó durante el año 2006.

7. REFERENCIAS

- Aguirre, M. (2009). Clave de identificación de géneros conocidos y esperados de Elateridae Leach (Coleoptera: Elateroidea) en Colombia.
- Arias-Bohart, E. T., y Elgueta, M. (2012). Catalogue of Chilean Elateridae. *Annales Zoologici*, 62(4), 643-663. <https://doi.org/10.3161/000345412x659713>
- Arnett Jr, R. H., Thomas, M. C., Skelley, P. E., y Frank, J. H. (2002). *American beetles: Vol 2. Polyphaga: Scarabaeoidea through Curculionoidea*. CRC Press.
- Barría, P., Sandoval, I. B., Guzman, C., Chadwick, C., Alvarez-Garreton, C., Díaz-Vasconcellos, R., Ocampo-Melgar, A., y Fuster, R. (2021). Water allocation under climate change. *Elementa Science Of The Anthropocene*, 9(1). <https://doi.org/10.1525/elementa.2020.00131>
- Bocak L, Barton C, Crampton-Platt A, Chesters D, Ahrens D, y Vogler AP. (2014). Building the Coleoptera tree-of-life for over 8000 species: Composition of public DNA data and fit with Linnaean classification. *Systematic Entomology* 39(1), 97-110
- Borror, D. J., Triplehorn, C. A., y Johnson, N. F. (1992). *An introduction to the study of insects* (6th ed.). Saunders College.
- Cheng, S., Faidi, M. A., Tan, S., Vijayanathan, J., Malek, M. A., Bahashim, B., y Isa, M. N. M. (2021). Fireflies in Southeast Asia: Knowledge gaps, entomotourism and conservation. *Biodiversity And Conservation*, 30(4), 925-944. <https://doi.org/10.1007/s10531-021-02129-3>
- Colares, C., Roza, A. S., Mermudes, J. R., Silveira, L. F., Khattar, G., Mayhew, P. J., Monteiro, R.F., Nunez, M.F. y Macedo, M. V. (2021). Elevational

specialization and the monitoring of the effects of climate change in insects: Beetles in a Brazilian rainforest mountain. *Ecological Indicators*, 120, 106888. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106888>

Costa, C. (1975). Sistemática y evolución de las tribus Pirophorini y Heligmini, con descripción de Campyloxeninae, nueva subfamilia (Coleoptera, Elateridae). *Archivos de Zoología*, 26(2), 49-190.

DeLuca, M., y McElroy, W. D. (1974). Kinetics of the firefly luciferase catalyzed reactions. *Biochemistry*, 13(5), 921-925. <https://doi.org/10.1021/bi00702a015>

Dirham, R. K., Ghazoul, J., Stork, N. E., & Davis, A. J. (1996). Insects in fragmented forests: A functional approach. *Trends in Ecology & Evolution*, 11(6), 255–260. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(96\)10038-5](https://doi.org/10.1016/0169-5347(96)10038-5)

Elgueta, M. (2000). Coleoptera de Chile. En F. Martín-Piera & J. J. Morrone (Eds.), *Biodiversidad de insectos en Chile* (pp. 145–154).

Ghiradella, H. (2004). Fireflies at One Hundred Plus: A new look at flash control. *Integrative and Comparative Biology*, 44(3), 203-212. <https://doi.org/10.1093/icb/44.3.203>

Grez, A. A., Moreno, P., y Elgueta, M. (2003). Coleópteros (Insecta: Coleoptera) epígeos asociados al bosque maulino y plantaciones de pino alledañas. *Revista Chilena de Entomología*, 29, 9-18.

Goh, K., Lee, C., y Wang, T. (2022). Species-Specific flash patterns track the nocturnal behavior of sympatric Taiwanese fireflies. *Biology*, 11(1), 58. <https://doi.org/10.3390/biology11010058>

Gómez, B., y Gasca, C. (2022). Entomoturismo: Los insectos como atractivo turístico. En

Turismo, patrimonio y procesos socio ambientales en Chiapas (pp. 171–190).
Universidad Intercultural de Chiapas.

- Habit, E., Górski, K., Alò, D., Ascencio, E., Astorga, A., Colin, N., Contador, T., de los Ríos, P., Delgado, V., Dorador, C., Fierro, P., García, K., Parra, O., Quezada-Romegialli, C., Ried, B., Rivera, P., Soto-Azat, C., Valdovinos, C., Vera-Escalona, S., y Woelfl, S. (2019). Biodiversidad de ecosistemas de agua dulce. En *Mesa Biodiversidad-Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación* (pp. 64–66).
- Hunt, T., Bergsten, J., Levkanicova, Z. et al. (2007) A comprehensive phylogeny of beetles reveals the evolutionary origins of a superradiation. *Science*, 318, 1913–1916. <https://doi.org/10.1126/science.1146954>
- Iusa, V. (2022). Luciérnagas en Chile: ¿Qué se sabe sobre ellas?. *Ciencia en Chile*. <https://www.cienciaenchile.cl/luciernagas-en-chile-que-se-sabe-sobre-ellas/>
- Jerez, V., Zúñiga-Reinoso, Á., Muñoz-Escobar, C., y Pizarro-Araya, J. (2015). Acciones y avances sobre la conservación de insectos en Chile. *Gayana*, 79(1), 1-3. <https://doi.org/10.4067/s0717-65382015000100001>
- Juárez-Noé G, González-Coronado U. (2021) Actualización a la lista de coleópteros (Insecta: Coleoptera) del bosque de neblina de Cuyas, Ayabaca-Región Piura, Perú. *Graellsia*, 77(1), e126. <https://doi.org/10.3989/graellsia.2021.v77.278>
- Kazama, S., Matsumoto, S., Ranjan, S. P., Hamamoto, H., y Satoh, M. (2007). Characterization of firefly habitat using a geographical information system with hydrological simulation. *Ecological Modelling*, 209(2-4), 392-400. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2007.06.029>

- Ladino Peñuela, A. (2022). *Luciérnagas (Coleoptera: Lampyridae): Registro y distribución de escarabajos luminiscentes en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/82103>
- Lawrence, J. F., Slipinski, A., Seago, A. E., Thayer, M. K., Newton, A. F., y Marvaldi, A. E. (2011). Phylogeny of the Coleoptera based on morphological characters of adults and larvae. *Annales Zoologici*, 61, 1–217.
- Lemelin, R. H. (2019). Entomotourism and the stingless bees of Mexico. *Journal of Ecotourism*. <https://doi.org/10.1080/14724049.2019.1615074>
- Lemelin, R. H., Boileau, E. Y. S., y Russell, C. (2019). Entomotourism: The allure of the arthropod. *Society & Animals*, 27(7), 733–750. <https://doi.org/10.1163/15685306-00001830>
- Lewis, S. M., Thancharoen, A., Wong, C. H., López-Palafox, T., Santos, P. V., Wu, C., Faust, L., De Cock, R., Owens, A. C., Lemelin, R. H., Gurung, H. B., Jusoh, W. F. A. W., Trujillo, D., Yiu, V., López, P. J., Jaikla, S., y Reed, J. M. (2021). Firefly Tourism: Advancing a global phenomenon toward a brighter future. *Conservation science and practice*, 3(5). <https://doi.org/10.1111/csp2.391>
- Lewis, S. M., y Cratsley, C. K. (2008). Flash signal evolution, mate choice, and predation in fireflies. *Annual Review of Entomology*, 53(1), 293-321. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.53.103106.093346>
- Lloyd, J. E., Wing, S. R., y Hongtrakul, T. (1989). Ecology, flashes, and behavior of congregating Thai fireflies. *Biotropica*, 21(4), 373. <https://doi.org/10.2307/2388290>
- Lloyd, J. E. (2002). Family 62: Lampyridae. In R. H. Arnett, M. C. Thomas, P. E. Skelley, & J. H. Frank (Eds.), *American beetles* (Vol. 2, pp. 187–196). CRC Press.

- Lloyd, J. E. (2008). Fireflies. In J. L. Capinera (Ed.), *Encyclopedia of entomology* (pp. 1429–1452). Springer.
- Lozada, A., Fernández, I. Y Trujillo, M., (2004). Lista preliminar de los coleópteros (Insecta: Coleoptera) de Topes de Collantes, Trinidad, Sancti Spíritus, Cuba. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa(S.E.A.)*, 34, 101-106.
- Martin, G. J., Stanger-Hall, K., Branham, M., Silveira, L., Lower, S., Hall, D., Li, X., Lemmon, A., Lemmon, E., y Bybee, S. (2019). Higher-level phylogeny and reclassification of Lampyridae (Coleoptera: Elateroidea). *Insect Systematics and Diversity*, 3(6), 11. <https://doi.org/10.1093/isd/ixz024>
- Maddison, D. R., Moore, W., Baker, M. D., Ellis, T. M., Ober, K. A., Cannone, J. J., y Guttel, R. R. (2009). Monophyly of terrestrial adephagan beetles as indicated by three nuclear genes (Coleoptera: Carabidae and Trachypachidae). *Zoologica Scripta*, 38, 43–62.
- Matskovsky, V., Venegas-González, A., Garreaud, R., Roig, F. A., Gutiérrez, A. G., Muñoz, A. A., y Canales, C. (2021). Tree growth decline as a response to projected climate change in the 21st century in Mediterranean mountain forests of Chile. *Global and Planetary Change*, 198, 103406. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2020.103406>
- McKenna, D.D. y Farrell, B.D. (2010) Nine genes reinforce the phylogeny of Holometabola and yield alternative views on the phylogenetic placement of Strepsiptera. *PLoS ONE*, 5, (1) 1–8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011887>
- Menendez, R., Gonzalez-Megías, A., Jay-Robert, P., y Marqués-Ferrando, R. (2014). Climate change and elevational range shifts: Evidence from dung beetles in two European mountain ranges. *Global Ecology and Biogeography*, 23, 646–657. <https://doi.org/10.1111/geb.12142>.

- Motyka, M., Kusy, D., Arias-Bohart, E. T., Bybee, S. M., y Bocak, L. (2023). Enigmatic *Campyloxenus*: Shedding light on the delayed origin of bioluminescence in ancient Gondwanan click beetles. *iScience*, 26(12), 108440. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.108440>
- Noriega, J. A., Hortal, J., Azcárate, F. M., Berg, M. P., Bonada, N., Briones, M. J., y Santos, A. M. (2018). Research trends in ecosystem services provided by insects. *Basic and Applied Ecology*, 26, 8–23. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2017.09.006>
- Ohba, N. (2004). Flash communication systems of Japanese fireflies. *Integrative and Comparative Biology*, 44(3), 225–233. <https://doi.org/10.1093/icb/44.3.225>
- Owens, A. C., Van Den Broeck, M., De Cock, R., y Lewis, S. M. (2022). Behavioral responses of bioluminescent fireflies to artificial light at night. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, Article 946640. <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.946640>
- Riley, W. B., Rosa, S. P., y Da Silveira, L. F. L. (2021). A comprehensive review and call for studies on firefly larvae. *PeerJ*, 9, e12121. <https://doi.org/10.7717/peerj.12121>
- Rosa, S. P. (2007). *Análise filogenética e revisão taxonômica da tribo Pyrophorini Candeze, 1863 (Coleoptera, Elateridae, Agrypninae)* (Tese de doutorado, Universidade de São Paulo).
- Sheldon, K. S. (2019). Climate change in the tropics: Ecological and evolutionary responses at low latitudes. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 50, 303–333. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110218-025005>
- Sriboonlert, A., Swatdipong, A., Wonnapijit, P., et al. (2015). New record of *Pteroptyx tenerolivier* (Coleoptera: Lampyridae: Luciolinae) in Thailand. *The Coleopterists Bulletin*, 69(2), 332–336. <https://doi.org/10.1649/0010-065X-69.2.332>

Vaz, S., Mendes, M., Khattar, G., Macedo, M. V., Ronquillo, C., Zarzo-Arias, A., Hortal, J., & Da Silveira, L. F. L. (2023). Firefly (Coleoptera: Lampyridae) species from the Atlantic Forest hotspot, Brazil. *Biodiversity Data Journal*, 11, Article e101000. <https://doi.org/10.3897/bdj.11.e101000>

Wilson, T., & Hastings, J. W. (1998). Bioluminescence. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, 14(1), 197–230. <https://doi.org/10.1146/annurev.cellbio.14.1.197>

Zurita-García, M. L., Johnson, P. J., y Zaragoza-Caballero, S. (2014). Biodiversidad de Elateridae (Coleoptera) en México. *Revista Mexicana De Biodiversidad*, 85, 303-311. <https://doi.org/10.7550/rmb.31749>

8. ANEXOS

Tabla 1. Tabla de datos recopilados de la colección entomológica del Museo de Zoología de la Universidad de Concepción.

MZUdeC	Especie	Fecha	Recolector	Lugar
E1	<i>C. pyrothorax</i>	1958	R. Gutiérrez	S.i
E2	<i>C. pyrothorax</i>	1968	J. Escobar	Lago Chapo, Llanquihue
E3	<i>C. pyrothorax</i>	1980	E. Krahmer	Santo Domingo, Valdivia
E4	<i>C. pyrothorax</i>	1980	M. Pino	Nahuelbuta, Biobío
E5	<i>N. ocellatus</i>	1945	R. Gutiérrez	El Canelo, Stgo
E6	<i>N. ocellatus</i>	1956	E. Pinochet	San Ramón 922 mts, Stgo
E7	<i>N. ocellatus</i>	1958	S.i	Concón sur
E8	<i>N. ocellatus</i>	1958	S.i	Concón sur
E9	<i>N. ocellatus</i>	1958	R. Gutiérrez	La Obra, Stgo
E10	<i>N. ocellatus</i>	1964	P. Ramírez	La Obra, Stgo
E11	<i>N. ocellatus</i>	1966	J. Numbauger	El Canelo, 720 mts, Stgo
E12	<i>N. ocellatus</i>	1968	T. Ramírez	El Manzano, 950 mts, Stgo
E13	<i>N. ocellatus</i>	1968	T. Ramírez	El Manzano, 950 mts, Stgo
E14	<i>N. ocellatus</i>	1969	M. Pino	Los Cipreses, Maule.
E15	<i>N. ocellatus</i>	1969	T. Ramírez	El Manzano, Stgo
E16	<i>N. ocellatus</i>	1969	T. Ramírez	El Manzano, Stgo
E17	<i>N. ocellatus</i>	1969	M. Pino	El Manzano, Stgo
E18	<i>N. ocellatus</i>	1970	L. Peña	Cachagua, Aconcagua
E19	<i>N. ocellatus</i>	1970	Larraín	Nacimiento, Biobío
E20	<i>N. ocellatus</i>	1970	T. Ramírez	San Alfonso

E21	<i>N. ocellatus</i>	1970	T. Ramírez	Cajón Colorado	el
E22	<i>N. ocellatus</i>	1970	T. Ramírez	Cajón Colorado	el
E23	<i>N. ocellatus</i>	1970	T. Ramírez	Cajón Colorado	el
E24	<i>N. ocellatus</i>	1970	T. Ramírez	Cajón Colorado	el
E25	<i>N. ocellatus</i>	1970	T. Ramírez	Cajón Colorado	el
E26	<i>N. ocellatus</i>	1970	T. Ramírez	Cajón Colorado	el
E27	<i>N. ocellatus</i>	1970	L. Peña	La invernada, Chillán	
E28	<i>N. ocellatus</i>	1971	M. Pino	Rocas de Santo Domingo	
E29	<i>N. ocellatus</i>	1973	Wagenknecht	El Canelo, Stgo	
E30	<i>N. ocellatus</i>	1973	Wagenknecht	El Canelo, Stgo	
E31	<i>N. ocellatus</i>	1973	Wagenknecht	El Canelo, Stgo	
E32	<i>N. ocellatus</i>	1982	A. Blandrad	Resaca alto	
E33	<i>N. ocellatus</i>	1998	J. Ortiz	Shangri-la, Maule	
E34	<i>N. ocellatus</i>	1998	J. Ortiz	Shangri-la, Maule	
E35	<i>N. ocellatus</i>	S.i	S.i	Concón sur	

Tabla 2. Tabla de datos recopilados de la colección entomológica del Museo Nacional de Historia Natural.

MNHN	Especie	Fecha	Recolector	Lugar
E1	<i>C. pyrothorax</i>	1952	R. Gutiérrez	S.i
E2	<i>C. pyrothorax</i>	1956	Kuschel	Río Murta, Aysén
E3	<i>C. pyrothorax</i>	1966	N. Hichtis	Llancaicura, Valdivia
E4	<i>C. pyrothorax</i>	1972	M. Carrasco	Pn Vicente Perez
E5	<i>C. pyrothorax</i>	1984	S.i	S.i
E6	<i>C. pyrothorax</i>	1993	T. Fichet	Nahuelbuta
E7	<i>C. pyrothorax</i>	1993	T. Fichet	Nahuelbuta
E8	<i>C. pyrothorax</i>	1993	T. Fichet	Nahuelbuta
E9	<i>C. pyrothorax</i>	2000	A. Fierro	S.i
E10	<i>C. pyrothorax</i>	S.i	S.i	S.i
E11	<i>C. pyrothorax</i>	S.i	S.i	S.i
E12	<i>C. pyrothorax</i>	S.i	S.i	S.i
E13	<i>C. pyrothorax</i>	S.i	S.i	El Manzano, 950 mts, Stgo
E14	<i>N. ocellatus</i>	1871	Medina	Cordillera Maule
E15	<i>N. ocellatus</i>	1872	Medina	S.i
E16	<i>N. ocellatus</i>	1944	S.i	Aculeo
E17	<i>N. ocellatus</i>	1948	S.i	El Canelo, Stgo
E18	<i>N. ocellatus</i>	1949	S.i	El Canelo, Stgo
E19	<i>N. ocellatus</i>	1952	R. Gutiérrez	S.i
E20	<i>N. ocellatus</i>	1952	R. Gutiérrez	S.i
E21	<i>N. ocellatus</i>	1983	G. Carrasco	Los Vilos, Coquimbo
E22	<i>N. ocellatus</i>	1983	G. Carrasco	Los Vilos, Coquimbo
E23	<i>N. ocellatus</i>	1983	G. Carrasco	Los Vilos, Coquimbo

E24	<i>N. ocellatus</i>	1983	G. Carrasco	Los Vilos, Coquimbo
E25	<i>N. ocellatus</i>	1983	G. Carrasco	Los Vilos, Coquimbo
E26	<i>N. ocellatus</i>	1983	G. Carrasco	Los Vilos, Coquimbo
E27	<i>N. ocellatus</i>	1986	T. Fichet	El Manzano, Stgo
E28	<i>N. ocellatus</i>	1998	S.i	Quillota
E29	<i>N. ocellatus</i>	1998	T. Fichet	Farellones
E30	<i>N. ocellatus</i>	2002	P. De Arce	Pirque, RM
E31	<i>N. ocellatus</i>	S.i	Fossa	S.i
E32	<i>N. ocellatus</i>	S.i	S.i	Copiapó
E33	<i>N. ocellatus</i>	S.i	Medina	S.i
E34	<i>N. ocellatus</i>	S XIX	S.i	S.i
E35	<i>N. ocellatus</i>	S XIX	S.i	S.i
E36	<i>N. ocellatus</i>	S XIX	S.i	S.i
E37	<i>N. ocellatus</i>	S XIX	S.i	S.i
E38	<i>N. ocellatus</i>	S.i	S.i	S.i

Tabla 3. Tabla de datos recopilados de la colección entomológica del Museo Luis Peña, Universidad de Chile.

MLPUc	Especie	Fecha	Recolector	Lugar
E1	<i>C. pyrothorax</i>	1968	J. Escobar	Lago Chapo, Llanquihue
E2	<i>C. pyrothorax</i>	1968	J. Escobar	Lago Chapo, Llanquihue
E3	<i>N. ocellatus</i>	1967	E. Irwin	33° 35'S-70°27'w
E4	<i>N. ocellatus</i>	1992	S.i	El Manzano, Stgo
E5	<i>N. ocellatus</i>	1995	Henríquez	Embalse el yeso
E6	<i>N. ocellatus</i>	S.i	S.i	S.i
E7	<i>N. ocellatus</i>	S.i	S.i	S.i

Tabla 4. Tabla de datos recopilados de la colección entomológica de Juan Enrique Barriga.

CJEB	Especie	Fecha	Recolector	Lugar
E1	<i>C. pyrothorax</i>	1954	E. Peña	S.i
E2	<i>C. pyrothorax</i>	1965	M. Rivera	Km 30 Cautín, Villarrica
E3	<i>C. pyrothorax</i>	1967	E. Krahmer	Caupolicán, Valdivia
E4	<i>C. pyrothorax</i>	1968	G. Escobar	Lago Chapo, Llanquihue
E5	<i>C. pyrothorax</i>	1981	G. Escobar	Puyehue 950 msnm
E6	<i>C. pyrothorax</i>	1981	R. Perez	Chiloé
E7	<i>C. pyrothorax</i>	1983	Krahmer	Santo Domingo, Valdivia
E8	<i>C. pyrothorax</i>	1988	L. Peña	Chiloé
E9	<i>C. pyrothorax</i>	1988	L. Peña	Chiloé
E10	<i>C. pyrothorax</i>	1990	Krahmer	Santo Domingo, Valdivia
E11	<i>C. pyrothorax</i>	S.i	S.i	S.i
E12	<i>C. pyrothorax</i>	S.i	S.i	S.i
E13	<i>N. ocellatus</i>	1947	B. Orellana	El Canelo, Stgo
E14	<i>N. ocellatus</i>	1948	L. Peña	El Canelo, Stgo
E15	<i>N. ocellatus</i>	1948	L. Peña	El Canelo, Stgo
E16	<i>N. ocellatus</i>	1949	L. Peña	El Canelo, Stgo
E17	<i>N. ocellatus</i>	1951	L. Peña	El Canelo, Stgo
E18	<i>N. ocellatus</i>	1952	T. Olave	El Canelo, Stgo
E19	<i>N. ocellatus</i>	1956	E. Pinochet	San Ramón, 922 mts.
E20	<i>N. ocellatus</i>	1956	E. Pinochet	San Ramón, 922 mts.
E21	<i>N. ocellatus</i>	1959	G. Monsalve	El Manzano, Stgo
E22	<i>N. ocellatus</i>	1959	G. Monsalve	El Manzano, Stgo
E23	<i>N. ocellatus</i>	1961	G. Monsalve	El Canelo, Stgo

E24	<i>N. ocellatus</i>	1961	M. Rivera	La Vinilla, Curicó
E25	<i>N. ocellatus</i>	1961	M. Rivera	Curicó
E26	<i>N. ocellatus</i>	1962	G. Monsalve	El Canelo 750 mts, Stgo
E27	<i>N. ocellatus</i>	1962	G. Monsalve	El Canelo, Stgo
E28	<i>N. ocellatus</i>	1962	G. Monsalve	El Canelo, Stgo
E29	<i>N. ocellatus</i>	1962	G. Monsalve	El Canelo, Stgo
E30	<i>N. ocellatus</i>	1962	G. Monsalve	El Canelo, Stgo
E31	<i>N. ocellatus</i>	1964	T. Ramírez	San Gabriel, Stgo
E32	<i>N. ocellatus</i>	1964	T. Ramírez	La Obra, Stgo
E33	<i>N. ocellatus</i>	1966	L. Peña	El Roble, Valparaíso
E34	<i>N. ocellatus</i>	1966	J. Valencia	Lo Valdés
E35	<i>N. ocellatus</i>	1966	T. Ramírez	El Canelo 720 mts, Stgo
E36	<i>N. ocellatus</i>	1966	T. Ramírez	La Obra, Stgo
E37	<i>N. ocellatus</i>	1966	T. Ramírez	La Obra, Stgo
E38	<i>N. ocellatus</i>	1966	T. Ramírez	El Canelo, Stgo
E39	<i>N. ocellatus</i>	1966	J. Numhauser	El Canelo 720 mts, Stgo
E40	<i>N. ocellatus</i>	1968	T. Ramírez	El Manzano 950 mts, Stgo
E41	<i>N. ocellatus</i>	1968	T. Ramírez	El Manzano 950 mts, Stgo
E42	<i>N. ocellatus</i>	1968	T. Ramírez	El Manzano, Stgo
E43	<i>N. ocellatus</i>	1968	T. Ramírez	El Manzano 950 mts, Stgo
E44	<i>N. ocellatus</i>	1968	T. Ramírez	El Manzano 950 mts, Stgo
E45	<i>N. ocellatus</i>	1968	T. Ramírez	El Manzano 950 mts, Stgo
E46	<i>N. ocellatus</i>	1968	T. Ramírez	El Manzano 950 mts, Stgo
E47	<i>N. ocellatus</i>	1968	T. Ramírez	El Manzano 950 mts, Stgo

E48	<i>N. ocellatus</i>	1968	T. Ramírez	El Manzano 950 mts, Stgo
E49	<i>N. ocellatus</i>	1968	T. Ramírez	El Manzano 950 mts, Stgo
E50	<i>N. ocellatus</i>	1968	T. Ramírez	El Manzano 950 mts, Stgo
E51	<i>N. ocellatus</i>	1969	N. Alfaro	El Castillo, fundo Ñuble
E52	<i>N. ocellatus</i>	1969	G. Zuffi	El Abanico 1500 msnm, Biobío
E53	<i>N. ocellatus</i>	1969	G. Zuffi	El Abanico 1500 msnm, Biobío
E54	<i>N. ocellatus</i>	1970	J. Valencia	Las Trancas 1200 msnm.
E55	<i>N. ocellatus</i>	1970	G. Acuña	Las Trancas 1200 msnm
E56	<i>N. ocellatus</i>	1970	T. Ramírez	La Obra 720 mts, Stgo
E57	<i>N. ocellatus</i>	1970	T. Ramírez	La Obra 720 mts, Stgo
E58	<i>N. ocellatus</i>	1970	L. Peña	Cachagua, Aconcagua
E59	<i>N. ocellatus</i>	1970	L. Peña	Las Trancas 1200 mts
E60	<i>N. ocellatus</i>	1970	Correa	Parque Inglés, Talca
E61	<i>N. ocellatus</i>	1970	G. Acuña	Las Trancas 1200 mts
E62	<i>N. ocellatus</i>	1970	G. Acuña	Las Trancas 1200 mts
E63	<i>N. ocellatus</i>	1970	G. Acuña	Parque Inglés, Talca

Tabla 5. Tabla de datos recopilados de la colección entomológica de Jorge Valencia de la Colección de Juan Enrique Barriga.

CJV	Especie	Fecha	Recolector	Lugar
E1	<i>N. ocellatus</i>	1982	J. Barriga	Farellones 2000 msnm
E2	<i>N. ocellatus</i>	1982	J. Barriga	30° 68 27'S, 70° 69 41' W
E3	<i>N. ocellatus</i>	1984	J. Barriga	Las Trancas, Nuble.
E4	<i>N. ocellatus</i>	1984	J. Barriga	Las Trancas, Nuble.
E5	<i>N. ocellatus</i>	1989	J. Barriga	Puente Marchant, Nuble
E6	<i>N. ocellatus</i>	S.i	J. Barriga	S.i

Tabla 6. Tabla de análisis y medición de morfología de ejemplares recolectados en el sector de Caramavida (37°41'26"S73°21'23"W).

Ejemplares	Longitud mm	Relación pronoto (a/l)	Segmentos de antenas	Vesículas pronotales	Color	Órgano Reprod uctor
E1	13	1.5	11	0.7 mm diámetro, cóncavas a lateral. Leve halo amarillo alrededor	Marrón oscuro, pronoto puntilleado, tegumento brillante	Edeago
E2	15	1.1	11	0.8 mm, cóncavas a lateral. Leve halo amarillo alrededor	Marrón oscuro, pronoto puntilleado, pelos dorados en abdomen ventral, tegumento brillante	Edeago
E3	13	1.2	11	0.6 mm, cóncavas a lateral. Leve halo amarillo alrededor	Marrón oscuro, pronoto puntilleado, tegumento brillante	Edeago
E4	14	1.08	11	0.4 mm, cóncavas a lateral. Leve halo amarillo alrededor	Marrón oscuro puntilleado, tegumento brillante	Edeago
E5	15	1.1	11	0.8 mm, cóncavas a lateral. Leve halo amarillo alrededor	Marrón oscuro, pronoto, puntilleado, tegumento brillante	Edeago
E6	15	1.3	11	1mm, cóncavas a lateral	Marrón oscuro/negro pronoto puntilleado, tegumento brillante	Órgano ovopositor

Tabla 7. Tabla de análisis y medición de morfología de ejemplares recolectados en el sector de La Hoyada (37° 32' 08" S 71° 55' 34" W).

Ejemplares	Longitud mm	Relación pronoto (a/l)	Segmentos de antenas	Vesículas pronotales	Color	Órgano Reprod uctor
E1	14	1.3	11	0.8mm, cóncavas a lateral, halo amarillo alrededor	Negro	Órgano ovopositor
E2	12	1.2	11	0.3 mm, redondeadas, halo amarillo alrededor	Marrón oscuro/ negro	Órgano ovopositor
E3	12	1.2	11	0.4 mm, cóncavas a lateral, pronoto amarillo	Marrón oscuro/ negro	Edeago
E4	12	1.15	11	0.4 mm, convexas a lateral. Halo amarillo alrededor	Marrón oscuro/ negro	Órgano ovopositor
E5	12	1.2	11	0.6 mm, redondeadas, halo amarillo alrededor	Marrón oscuro, negro	Órgano ovopositor
E6	12	1.1	11	0.5 mm, cóncavas a lateral, pronoto amarillo	Marrón oscuro, negro	No definido
E7	11	1.1	11	0.4 mm, cóncavas a lateral, pronoto amarillo	Marrón oscuro/ negro	Edeagp
E8	10	1.1	11	0.4 mm, redondeadas, pronoto amarillo	Marrón oscuro/ negro	No definido
E9	13	1.6	11	0.4 mm, redondeadas, pronoto	Marrón oscuro/ negro	Órgano ovopositor

				amarillo		
E10	12	1.5	11	0.4 mm, convexas hacia medial, halo amarillo alrededor	Marrón oscuro/negro	Edeago
E11	11	1.2	11	0.4 mm, Redondeadas, halo amarillo alrededor.	Marrón oscuro/negro	No definido
E12	12	1.5	11	0.4 mm, convexas hacia medial. Prónoto amarillo	Marrón oscuro/negro	Edeago
E13	11.5	1.5	11	0.3 mm, redondeadas, leve halo amarillo alrededor	Marrón oscuro/negro	Edeago
E14	13	1.3	11	0.5 mm, convexas hacia medial	Marrón oscuro/negro	Órgano ovopositor
E15	11	1.5	11	0.3 mm, convexas hacia medial, halo amarillo alrededor	Marrón oscuro/negro	No definido
E16	13	1.5	11	0.4 mm, redondeadas, prónoto amarillo	Marrón oscuro/negro	Edeago
E17	12	1.5	11	0.4 mm, redondeadas, halo amarillo alrededor	Marrón oscuro/negro	No definido
E18	12	1.3	11	0.3mm, convexas hacia medial, cóncavas a lateral, prónoto amarillo	Marrón oscuro/negro	Edeago
E19	13	1.5	11	0.3 mm, convexas a medial, halo	Marrón oscuro/negro	Edeago

E20	13	1.1	11	amarillo alrededor 0.4 mm, redondeadas. Halo amarillo alrededor	Marrón oscuro/ negro	Edeago
E21	12	1.2	11	0.3 mm, ovaladas, halo amarillo alrededor	Marrón oscuro/ negro	Edeago
E22	13	1.3	11	0.4 mm, convexas a medial, cóncavas a lateral, prónoto amarillo	Marrón oscuro/ negro	Edeago
E23	12	1.3	11	0.4 mm, convexas a medial, cóncavas a lateral, prónoto amarillo	Marrón oscuro, negro	Edeago
E24	15	1.3	11	0.5 mm, convexas a medial, cóncavas a lateral	Marrón oscuro/ negro	Órgano ovopositor