



UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
INSTITUTO DE ENTOMOLOGÍA



Tesis: “Biodiversidad de insectos asociados a los peciolos de nalca *Gunnera tintoria* en la Región de Aysén, Chile”

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN
ENTOMOLOGÍA

Por:

Karen Fernanda Contreras González

Director/a de Tesis

Patricia Estrada Mancilla

SANTIAGO – CHILE

Mayo 2024

INSTITUTO DE ENTOMOLOGÍA UMCE
INFORME DE APROBACIÓN
TESIS DE MAGÍSTER

Se informa al Instituto de Entomología que la Tesis de Magíster presentada por el candidato,

Karen Fernanda Contreras González

Ha sido aprobada por la comisión de evaluación de la tesis como requisito para optar al Grado de Magíster en Ciencias con Mención en Entomología en el examen de Defensa de Tesis rendido el 30, de mes mayo del año 2024

Director de Tesis:

Patricia Estrada M.

Calificación:

Firma:

Comisión evaluadora de Tesis:

Paul Amouroux

Calificación:

Firma:

Antonio Rivera H.

Calificación:

Firma:



IDENTIFICACIÓN DE TESIS/INVESTIGACIÓN

Título de la tesis: **“Biodiversidad de insectos asociados a los peciolos de nalca *Gunnera tintoria* en la Región de Aysén, Chile”**

Facultad de Ciencias básicas

Instituto de Entomología.

Programa de Magíster en Ciencias con mención en Entomología.

Grado: Magíster en Ciencias con mención en Entomología.

Profesora Director de Tesis: Patricia Estrada Mancilla

AUTORIZACIÓN

Se autoriza la reproducción total o parcial de este trabajo de investigación para fines académicos por cualquier medio o procedimiento, siempre que se haga la referencia bibliográfica que acredite el presente trabajo y sus autores/as, y a su vez el alojamiento de éste en el repositorio institucional SIBUMCE del sistema de bibliotecas UMCE.

Karen Fernanda Contreras González

Santiago de Chile, de Mayo, 2024.

DEDICATORIA

*Dedico mi tesis principalmente a Dios, por darme
la fuerza necesaria para culminar esta meta.*

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer en primer lugar a mi Profesora Patricia Estrada por su apoyo incondicional en el desarrollo de esta tesis. Agradezco sinceramente su gran ejemplo, guía, enseñanza, dedicación, tiempo y mucha paciencia en mi formación profesional como magister.

A la Corporación Nacional Forestal (CONAF) de la Región de Aysén, y a quienes facilitaron la colecta de muestras en el Valle Exploradores.

Al Dr. Isaí Madriz por la colecta y almacenamiento de muestras en enero.

Al Instituto de Entomología (IEUMCE) quienes hicieron posible la ejecución de esta tesis al facilitar sus dependencias y lupas estereoscópicas para identificación del material biológico.

Al Dr. Antonio Rivera por permitirme aprender y colaborar sobre los análisis estadísticos.

Finalmente quisiera agradecer a mi familia madre, padre, hermano y principalmente a mi hermana, quienes me apoyaron en los momentos necesarios para el desarrollo de este estudio.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	6
1 FORMULACIÓN GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN	14
3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
4 HIPÓTESIS	19
5 OBJETIVOS	20
5.1 Objetivo General	20
5.2 Objetivos específicos.....	20
6 CAPÍTULO 1: Biodiversidad de insectos asociados a los peciolos de nalca <i>Gunnera tinctoria</i> en la Región de Aysén, Chile.....	21
6.1 RESUMEN	21
6.2 Introducción	22
6.3 Metodología	26
6.3.1 Área de estudio.....	26
6.3.2 Trabajo en terreno	26
6.3.3 Sitios de muestreo.	27
6.3.4 Colecta de peciolos.	28
6.3.5 Trabajo en laboratorio.....	30
6.3.6 Procesamiento de los peciolos.	30
6.3.7 Análisis de los datos	31
7 Discusión y resultados.....	32
7.1 Análisis Global.....	32

7.2	Análisis Estadísticos	36
7.3	Análisis Diagrama de Venn	42
7.4	Conclusiones.....	46
8	Referencias Bibliográficas	47
9	ANEXOS I.....	53
10	ANEXO II	54

INDICE FIGURAS

FIGURAS 1: MAPA DE UBICACIÓN DEL GLACIAR EXPLORADORES Y DEL VALLE EXPLORADORES. MAPA OBTENIDO EN QGIS 3.30.2.....	26
FIGURAS 2: MAPA DE UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO. MAPA OBTENIDO EN QGIS 3.30.2.....	27
FIGURAS 3: FOTOGRAFÍAS DE SITIOS DE MUESTREO. A: S1; B: S2; C: S3 Y D: S4.....	28
FIGURAS 4: RECOLECCIÓN DE MUESTRAS DE PECIOLOS DE GUNNERA TINTORIA, A Y B: SITIO S4 COLECTA DE PECIOLOS; C: PECIOLOS EN ESTADO AVANZADO Y D: PECIOLOS EN ESTADO INICIAL.	29
FIGURAS 5: TRABAJO EN EL LABORATORIO DE SISTEMÁTICA DEL INSTITUTO DE ENTOMOLOGÍA, UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE LAS CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN.. A: ALMACENAJE DE PECIOLOS DE GUNNERA TINTORIA; B: PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS.....	30
FIGURAS 6: ABUNDANCIA RELATIVA DE LOS DIFERENTES ÓRDENES REGISTRADOS EN LA COLECTA GLOBAL. ...	32
FIGURAS 7: ABUNDANCIA DE LOS DIFERENTES ÓRDENES DE ARTHROPODA COLECTADOS EN LOS DOS MUESTREOS (ENERO Y MARZO) EN PECIOLOS DE ESTADO INICIAL DE CRECIMIENTO (PEI) Y DE ESTADO AVANZADO DE CRECIMIENTO (PEA).....	35
FIGURAS 8: ABUNDANCIA (N° DE INDIVIDUOS) EN LOS MESES DE ENERO Y MARZO, EN DOS ESTADIOS DEL PECIOLO INICIAL Y AVANZADO.	37
FIGURAS 9: RIQUEZA DE ESPECIES EN LOS MESES DE ENERO Y MARZO, EN DOS ESTADIOS INICIAL Y AVANZADO.	39
FIGURAS 10: ÍNDICE DIVERSIDAD DE SHANNON, EN DOS ESTADIOS DEL PECIOLO INICIAL Y AVANZADO.....	40
FIGURAS 11: ÍNDICE DE EQUITATIVIDAD DE PIELOU EN LOS MESES DE ENERO Y MARZO, EN DOS ESTADIOS DEL PECIOLO INICIAL Y AVANZADO.	42
FIGURAS 12: DIAGRAMA DE VENN, PORCENTAJE DE ESPECIES EN LOS PECIOLOS DE NALCA GUNNERA TINTORIA EN ESTADO INICIAL Y AVANZADO DE CRECIMIENTO, ENTRE LOS MESES ENERO Y MARZO.....	43

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO, LAS COORDENADAS SE EXPRESAN EN UTM.	27
TABLA 2. NÚMERO DE COLECTAS POR MES Y SITIOS DE MUESTREOS DURANTE EL ESTUDIO. PEI: PECIOLOS EN ESTADO DE CRECIMIENTO INICIAL; PEa: PECIOLOS EN ESTADO DE CRECIMIENTO AVANZADO.	29
TABLA 3. NÚMERO DE INDIVIDUOS (N), ESPECIES (S), DIVERSIDAD SEGÚN SHANNON (H') Y EQUITABILIDAD SEGÚN PIELOU (J) EN CADA MUESTREO REALIZADO.	33
TABLA 4. NÚMERO DE INDIVIDUOS (N) Y ESPECIES (S) DE LOS DIFERENTES ÓRDENES DE ARTHROPODA COLECTADOS EN LOS DISTINTOS SITIOS DE MUESTREO (S1; S2; S3 Y S4).	34
TABLA 5. NÚMERO DE INDIVIDUOS (N) Y DE ESPECIES (S), DIVERSIDAD SEGÚN SHANNON (H') Y EQUITABILIDAD SEGÚN PIELOU (J) EN LAS MUESTRAS DE PECÍOLOS DE CRECIMIENTO INICIAL (PEI) Y DE CRECIMIENTO AVANZADO (PEa).....	36
TABLA 6. ANÁLISIS PRUEBA ESTADÍSTICA CHI- CUADRADO DE WALD (χ^2) PARA LA ABUNDANCIA.	37
TABLA 7. ANÁLISIS PRUEBA ESTADÍSTICA CHI- CUADRADO DE WALD (χ^2) PARA LA RIQUEZA ESPECÍFICA.....	38
TABLA 8. ANÁLISIS PRUEBAS ESTADÍSTICAS ANOVA DE 2 VÍAS, DIVERSIDAD DE SHANNON.....	39
TABLA 9. ANÁLISIS PRUEBAS ESTADÍSTICA ANOVA DE 2 VÍAS, EQUITATIVIDAD DE PIELOU.	41

RESUMEN

En el área adyacente en los Campos de Hielo Norte, cercano al Sector Exploradores del Parque Nacional Laguna San Rafael Reserva de la Biosfera, se desarrollan poblaciones de Nalca, *Gunnera tinctoria* planta nativa, distribuida entre Coquimbo y Magallanes, de valor étnico y ornamental que ha sido comercializada a escala local y que representa un problema ambiental en otras áreas del mundo donde se ha naturalizado. Se ha establecido la capacidad de *G. tinctoria* de colonizar suelos pobres en nutrientes debido a su capacidad de fijar el nitrógeno y poblar espacios abiertos por perturbaciones naturales o de origen antropogénico. El conocimiento de los insectos asociados a *G. tinctoria* es escaso, solo se ha hecho un estudio en las islas británicas, sobre el efecto de la herbivoría de insectos en la planta, sin establecer alguna asociación y en Chile, se ha citado un lepidóptero desarrollándose en los pecíolos de la planta, que tendría relación con la fenología de la planta.

En el sector del Valle Exploradores, Región de Aysén, la vegetación se ha fragmentado, dejando zonas abiertas asociadas a los márgenes del glaciar y/o a la alteración por efecto del fuego, espacios que han sido colonizados por *G. tinctoria* en formaciones que desarrollan su follaje en un restringido período de actividad biológica, cuando las temperaturas medias ascienden y las precipitaciones nivales cesan. Se propone estudiar la entomofauna en pecíolos de *G. tinctoria* se espera obtener resultados comparables, sobre la diversidad de insectos observada en pecíolos en estados iniciales de crecimiento, respecto de los pecíolos en estadios avanzados de crecimiento de la planta. Este estudio contribuye al conocimiento de los insectos de una zona periglacial con constantes perturbaciones naturales y de origen antrópico que permiten el establecimiento de una planta precursora de la recuperación de la cobertura vegetal. No se encontraron diferencias significativas en la equitatividad y riqueza, con respecto a la abundancia se encuentra concentrada en los pecíolos de estado inicial y la diversidad en los pecíolos de estado avanzado, esto se debe a los ciclos biológicos de los insectos pueden ser muy rápidos o estar desfasados fenológicamente, pueden variar diariamente y más estacionalmente en la

Región de Aysén, se sugieren muestreos más exhaustivos complementados con otros métodos de muestreo, permitirían identificar la diversidad de insectos asociada a los peciolos de nalca *Gunnera tinctoria*.

Palabras clave: *Gunnera tinctoria*, nalca, insectos, peciolos, biodiversidad, Aysén, Chile.

ABSTRACT

In the adjacent area in the Northern Ice Fields, close to the Exploradores Sector of the Laguna San Rafael National Park Biosphere Reserve, populations of *Nalca*, *Gunnera tinctoria*, a native plant, distributed between Coquimbo and Magallanes, of ethnic and ornamental value that have been commercialized on a local scale and that represents an environmental problem in other areas of the world where it has been naturalized. The ability of *G. tinctoria* to colonize nutrient-poor soils has been established due to its ability to fix nitrogen and populate spaces opened by natural or anthropogenic disturbances. Knowledge of the insects associated with *G. tinctoria* is scarce, only one study has been carried out in the British Isles on the effect of insect herbivory on the plant, without establishing any association, and in Chile, a lepidopteran has been cited developing in the petioles of the plant, which would be related to the phenology of the plant.

In the Exploradores Valley sector, Aysén Region, the vegetation has been fragmented, leaving open areas associated with the margins of the glacier and/or alteration due to fire, spaces that have been colonized by *G. tinctoria* in formations that develop their foliage in a restricted period of biological activity, when average temperatures rise and snow precipitation ceases. It is proposed to study the entomofauna in petioles of *G. tinctoria*, it is expected to obtain comparable results on the diversity of insects observed in petioles in initial stages of growth, with respect to petioles in advanced stages of plant growth. This study contributes to the knowledge of insects in a periglacial zone with constant natural and anthropogenic disturbances that allow the establishment of a precursor plant for the recovery of vegetation cover. No significant differences were found in the evenness and richness, with respect to the abundance being concentrated in the initial state petioles and the diversity in the advanced state petioles, this is due to the biological cycles of the insects can be very fast or be phenologically out of date, they can vary daily and more seasonally in the Aysén Region, more exhaustive sampling is suggested, complemented with other

sampling methods, which would allow identifying the diversity of insects associated with the petioles of nalca *Gunnera tinctoria*.

Key words: *Gunnera tinctoria*, nalca, insects, petioles, biodiversity, Aysén, Chile.

1 FORMULACIÓN GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo a el viaje del H.M.S. Beagle, Charles Darwin escribió sobre su estatura y valor para los pueblos indígenas: “Un día noté que crecían en los acantilados de arenisca unas plantas muy hermosas del panke (*Gunnera scabra*) [ahora *G. tinctoria*], que se parece un poco al ruibarbo en una escala gigantesca. Los habitantes comen los tallos, que son subácidos, y curten el cuero con las raíces, y preparan con ellos un tinte negro. La hoja es casi circular, pero tiene una profunda sangría en su margen. ¡Medí uno que tenía casi ocho pies de diámetro y, por lo tanto, no menos de veinticuatro de circunferencia! ¡El tallo tiene algo más de un metro de alto, y cada planta produce cuatro o cinco de estas enormes hojas, que juntas presentan una apariencia muy noble! (Le-Fort, 1995) (Darwin, 1845).

El género *Gunnera* Linneo, cuenta con 62 especies distribuidas, en su mayoría, en América del Sur, África y en Australasia. Pocas especies se encuentran en Hawaii y México (Wanntorp & Wanntorp, 2003). La dispersa distribución actual de las Gunneraceas y el registro fósil del polen de *Gunnera* sugiere que es un linaje antiguo, una de las familias más antiguas de las Angiospermas (Osborne et al., 1991; Wilkinson, 2000). La distribución actual respondería a una progresiva reducción como resultado de la disminución de las precipitaciones y el aumento de la estacionalidad en áreas donde originalmente se extendieron sus especies (Jarzen, 1980). En Chile, se reconocen 12 especies de *Gunnera* en Chile central y Sur (Rodríguez et al., 2018). Una de las especies más reconocidas es *Gunnera tinctoria* (Molina) Mirb. (Nalca o Pangue), la cual es una hierba verde de verano, con rizomas cortos, horizontales de los cuales crecen pecíolos (tallos) robustos de hasta 1 a 1,5 m de longitud y de casi 5 cm de espesor, con hojas cuya lámina lobulada, pueden alcanzar 0,8 m × 1,0 m (Williams et al., 2005). Crecen en hábitats frescos o fríos, húmedos o anegados, como pantanos, bordes de río o cascadas, en acantilados como en sitios planos y en áreas abiertas y luminosas, siendo pioneras en muchos casos (Darwin, 1845; Osborne et al., 1991; Williams et al., 2005).

En el sur de Chile, la nalca se ha usado folclóricamente como alimento, principalmente a nivel de la pequeña agricultura en la que predomina la explotación de subsistencia. Se comercializa el pecíolo de la *G. tinctoria*, para preparar mermeladas, ensaladas, pasteles (Petzold et al., 2006). Es una de las pocas plantas ornamentales que tiene pecíolo comestible, por lo que es de gran consumo durante las temporadas de primavera y verano. Sus hojas se pueden consumir directamente en infusión o se utilizan en la cocina nativa de la isla de Chiloé, para preparar un plato local llamado 'curanto' (Zamorano et al., 2017). Además genera mayores ingresos a las personas y/o agrupaciones rurales que se dedican a su recolección y venta informal (Petzold et al., 2006). Las propiedades medicinales asociadas a esta planta se reconocen desde inicios del siglo XX como, nutricional, fungicida, antifebril, antidiarreico, antagonista de precursores de enfermedades gastrointestinales, anti-virus del herpes humano, anticoagulante, antitrombina, hemostático, antiinflamatorio, anti cáncer- gástrico y con propiedades antioxidantes (Espinoza, 1987; Hebel-Gerber et al., 2021; Muñoz et al., 2001; Petzold et al., 2006; Velásquez et al., 2021; Zamorano et al., 2017, 2018). Adicionalmente, *Gunnera* es el único género de angiospermas existente que se ha establecido una relación simbiótica entre *Gunnera* y *Nostoc*. Las glándulas madre estructuralmente únicas de *Gunnera*, funcionan como conducto a través del cual las cianobacterias infectan al huésped. Como el género *Nostoc* es cosmopolita y común, es probable que esté presente en los hábitats húmedos en los que crece *Gunnera*. Esta cianobacteria permite la fijación de nitrógeno en el suelo, uno de los nutrientes limitantes para el desarrollo de la capa vegetal, en etapas tempranas de sistemas terrestres como escoria volcánica y morrenas de origen glacial (Bergman & Osborne, 2002; Osborne et al., 1992; Troncoso et al., 2013; Zamorano et al., 2017). La introducción de *G. tinctoria* en jardines propició su naturalización en diversos ambientes higrófilos europeos como Inglaterra, Irlanda, Francia, Azores y España (Osborne et al., 1991), como también en California en Estados Unidos de Norteamérica, Tasmania y Nueva Zelandia en Oceanía (Gioria & Osborne, 2013; Williams et al., 2005).

La forma de su amplio dosel y el gran tamaño que alcanza en su período de crecimiento hacen que *G. tinctoria* haya sido usada como planta ornamental fuera de su ambiente nativo. Su capacidad colonizadora se ha relacionado con su perenneidad, densidad de su dosel, capacidad para fijar nitrógeno y crecimiento temprano en la temporada, convirtiéndola en una fuerte competidora con otras especies vegetales y considerada una especie invasora de rápida propagación y de difícil manejo (Gioria & Osborne, 2013; Osborne et al., 1991; Osborne, 1988; Williams et al., 2005). Las estrategias de control en Nueva Zelanda han complementado la erradicación mecánica con aplicación de herbicidas sin el éxito esperado (Williams et al., 2005), mientras que en las Islas Británicas, se ha observado que el forrajeo de ganado ocurre en plantas que inician su crecimiento, por lo que es un control eficiente pero local. El parasitismo de hongos en pecíolos y rizomas se ha citado como un daño no masivo en las plantas y las aves que se alimentan de los frutos, contribuyen a la propagación de la especie que se presume es primariamente a través del agua y viento (Gioria & Osborne, 2013). Respecto del ataque de insectos en *G. tinctoria*, la información es escasa. En Inglaterra, en plantas naturalizadas y de invernadero, se ha detectado la presencia de larvas de lepidópteros, hemípteros pseudocócidos y tisanópteros, sin establecer una relación estrecha con la planta (Gioria & Osborne, 2013). En Chile, se describieron los estados inmaduros de *Eupithecia horismoides* (Lepidoptera: Geometridae), especie que aunque pertenece a un género cosmopolita, los autores la señalan como asociada al pecíolo de *G. tinctoria*, cuya pupa podría protegerse en el rizoma durante el invierno, periodo en el que la planta pierde todo su dosel (Ibarra Vidal & Parra, 1993). En Chile aún no se ha investigado la entomofauna que posiblemente esté asociada al follaje y/o a los pecíolos de las hojas, por lo que es probable que este estudio constituya un aporte significativo en el cono sur de Sudamérica.

3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, el aumento de la actividad humana ha derivado en el cambio del uso de suelo, en la vegetación o en la distribución de la vida natural. Esta situación considera una amenaza a la conservación de la biodiversidad, debido a que las perturbaciones no son uniformes y poseen múltiples variables que intervienen en la restauración de la biodiversidad de ambientes fragmentados, Aysén cuenta con un paisaje continuo en su composición vegetal con la heterogeneidad propia de la zona con desglaciaciones secuenciales (Badano & Cavieres, 2006; Badano & Marquet, 2009). La Nalca, por su capacidad de fijar nitrógeno, es una eficiente colonizadora de ambientes perturbados, iniciando el asentamiento de la cobertura vegetal. Se desarrolla entre primavera y verano y pierde su follaje, cuando las precipitaciones nivales aumentan (Luebert Bruron & Plischoff, 2018; Osborne et al., 1992). Los estudios sobre presencia de insectos asociados a Nalca en Chile son escasos. No obstante, por su capacidad colonizadora, esta planta puede ofrecer un recurso inicial para que diversos insectos se establezcan en áreas perturbadas que perdieron cobertura vegetal (Gioria & Osborne, 2013). Al mismo tiempo, los peciolos de esta planta pueden ofrecer un ambiente protegido de las precipitaciones y depredadores a los insectos que puedan desarrollar en su interior, además de ofrecer recursos nutricionales y agua. Este efecto protector y alimenticio sobre los insectos podría incrementar con un mayor volumen de tejido vegetal. Junto con esto y producto de la comercialización de nalca como alimento ocasional, se han detectado algunos insectos al interior de los peciolos. No obstante, este conocimiento popular no se ha sistematizado en un algún estudio formal. El propósito de esta investigación es estudiar la biodiversidad de la entomofauna en los peciolos de Nalca en el Valle Exploradores y verificar si se detecta mayor diversidad de insectos en peciolos de crecimiento avanzado, que en peciolos de menor crecimiento, sobre el supuesto de que los estados iniciales de desarrollo de la planta sostienen menor diversidad de insectos al interior de los peciolos comparado con estados más avanzados de crecimiento de la planta, en un período de mayor actividad biológica, en que la

disponibilidad de sustrato, sería mayor para diferentes grupos de insectos buscando hospederos en los que desarrollarse.

4 HIPÓTESIS

Estudios realizados con *Gunnera tinctoria* establecen que en primavera temprana se genera rápidamente un brote apical que desarrolla las hojas e inflorescencia, las que crecen juntas entre primavera y verano, ocurriendo la senescencia del brote al final del verano con la pérdida de las hojas y cesa el crecimiento de la planta hasta que aparezca un nuevo brote. En base a esto se espera que los insectos que podrían asociarse a los pecíolos de *G. tinctoria* podrían aumentar en número y diversidad en la medida que los pecíolos aumentan su crecimiento y aumenta la actividad biológica de los insectos avanzada la primavera (Zamorano et al., 2017).

Por lo tanto, se detecta una mayor biodiversidad de insectos en los pecíolos de *Gunnera tinctoria* de crecimiento avanzado respecto a pecíolos de estadio inicial.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

- Estimar la diversidad de insectos que se encuentran asociados a los pecíolos de *Gunnera tinctoria* en distintas etapas de su crecimiento.

5.2 Objetivos específicos.

Respecto de la prospección en *Gunnera tinctoria*, se pretende:

- Comparar la diversidad de insectos observada en el interior de pecíolos de estado inicial versus de pecíolos en estado de crecimiento avanzado.
- Identificar taxonómicamente los insectos colectados al mayor nivel de especificidad posible.
- Realizar una caracterización detallada de la biodiversidad a través de un inventario exhaustivo de las especies de insectos asociadas a los pecíolos de la planta, categorizadas por muestreo en el mes (enero- marzo) y tipo de pecíolo (Pei- Pea).

6 CAPÍTULO 1: Biodiversidad de insectos asociados a los peciolos de nalca *Gunnera tinctoria* en la Región de Aysén, Chile.

6.1 RESUMEN

Se efectuó un estudio de biodiversidad de insectos asociados a los peciolos de *Gunnera tinctoria*. El estudio fue realizado en el área adyacente a Campos de Hielo Norte, en el sector Valle Exploradores, en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, en cuatro puntos de muestreo a lo largo del Valle en el verano del 2022. Se colectaron peciolos en diferentes estados de crecimiento inicial y avanzado, con el propósito de comparar la diversidad de insectos que se establecen al interior del tejido vegetal, sobre el supuesto que, avanzado el período de actividad biológica en la zona, la mayor oferta de peciolos más desarrollados podría sustentar mayor diversidad de insectos. Se colectaron un total de 140 ejemplares de Arthropoda y Malacostraca pertenecientes a 10 especies de Isopoda, Diptera, Lepidoptera e Hymenoptera. De acuerdo a los análisis realizados se detectó mayor biodiversidad de insectos en los peciolos de estado inicial, por lo tanto, se concluye que los insectos tienen preferencia por material vegetal más joven, lo que favorecería la infestación.

Palabras clave: *Gunnera tinctoria*, nalca, insectos, biodiversidad, Aysén, Chile.

6.2 Introducción

El género *Gunnera* Linneo, cuenta con 62 especies distribuidas en su mayoría en América del Sur, África y Australasia y unas pocas especies en Hawaii y México (Wanntorp & Wanntorp, 2003). La dispersa distribución actual de las Gunneraceas y el registro fósil del polen de *Gunnera* sugiere que es un linaje antiguo, una de las familias más antiguas de las Angiospermas (Osborne et al., 1991; Wilkinson, 2000). La distribución actual respondería a una progresiva reducción como resultado de la disminución de las precipitaciones y el aumento de la estacionalidad en áreas donde originalmente se extendieron sus especies (Jarzen, 1980). En Chile, se reconocen 12 especies de *Gunnera* en Chile central y Sur (Rodríguez et al., 2018). Una de las especies más reconocidas es *Gunnera tinctoria* (Molina) Mirb. (Nalca o Pangue) una hierba verde de verano, con rizomas cortos y horizontales, de los cuales crecen pecíolos (tallos) robustos de hasta 1 a 1,5 m de longitud y de casi 5 cm de espesor, con hojas cuya lámina lobulada puede alcanzar 0,8 m × 1,0 m (Williams et al., 2005). Crecen en hábitats frescos o fríos, húmedos o anegados, como pantanos, bordes de río o cascadas, en acantilados como en sitios planos y en áreas abiertas y luminosas, siendo pioneras en muchos casos (Darwin, 1845; Osborne et al., 1991; Williams et al., 2005).

En el sur de Chile, principalmente a nivel de la pequeña agricultura en la que predomina la explotación de subsistencia, se comercializa el pecíolo de la *G. tinctoria*, como recurso comestible, generando mayores ingresos a las personas y/o agrupaciones rurales que se dedican a su recolección y venta informal (Petzold et al., 2006). Las propiedades medicinales asociadas a esta planta se reconocen desde inicios del siglo XX y el avance en este tipo de estudios fue aproximándose al contenido nutricional, efecto antioxidante, fungicida, antifebril, antidiarreico y antagonista de precursores de enfermedades gastrointestinales (Espinoza 1897; Muñoz et al., 2004; Petzold et al., 2006; Zamorano et al., 2017, 2018; Hebel-Gerber et al., 2021). Adicionalmente, se ha establecido una relación simbiótica entre *Gunnera* y *Nostoc*, condición que permite la fijación de nitrógeno en el suelo, uno de los nutrientes limitantes para el desarrollo de la capa vegetal en etapas tempranas de

sistemas terrestres como escoria volcánica y las morrenas de origen glacial (Osborne et al., 1992; Troncoso et al., 2013; Zamorano et al., 2017).

La introducción de *G. tinctoria* en jardines propició su naturalización en diversos ambientes higrófilos europeos como Inglaterra, Irlanda, Francia, Azores y España (Osborne et al., 1991), como también en California en Estados Unidos de Norteamérica, Tasmania y Nueva Zelandia en Oceanía (Gioria & Osborne, 2013; Williams et al., 2005). La forma de su amplio dosel y el gran tamaño que alcanza en su período de crecimiento hacen que *G. tinctoria* haya sido usada como planta ornamental fuera de su ambiente nativo. Su capacidad colonizadora se ha relacionado con su perennidad, densidad de su dosel, capacidad para fijar nitrógeno y crecimiento temprano en la temporada, convirtiéndola en una fuerte competidora con otras especies vegetales y considerada una especie invasora de rápida propagación y de difícil manejo (Gioria & Osborne, 2013; Osborne et al., 1991; Osborne, 1988; Williams et al., 2005). En Nueva Zelandia han complementado la erradicación mecánica con aplicación de herbicidas sin el éxito esperado (Williams et al., 2005), mientras que en las Islas Británicas, se ha observado que el forrajeo de ganado ocurre en plantas que inician su crecimiento, por lo que es un control eficiente pero local. El parasitismo de hongos en peciolas y rizomas se ha citado como un daño no masivo en las plantas y por otro lado las aves que se alimentan de los frutos, contribuyen a la propagación de la especie que además se presume, es primariamente a través del agua (Gioria & Osborne, 2013).

Respecto del ataque de insectos en *G. tinctoria*, la información es escasa. En Inglaterra, en plantas naturalizadas y de invernadero, se ha detectado la presencia de larvas de lepidópteros, hemípteros pseudocócidos y tisanópteros, sin establecer una relación estrecha con la planta (Gioria & Osborne, 2013). En Chile, se describieron los estados inmaduros de *Eupithecia horismoides* (Lepidoptera: Geometridae) que aunque pertenece a un género cosmopolita de polillas, los autores la señalan como asociada al pecíolo de *G. tinctoria*, cuya pupa podría protegerse en el rizoma durante el invierno, periodo en el que la planta pierde todo su dosel (Ibarra Vidal & Parra, 1993).

En el sector del Valle Exploradores, Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, área adyacente a los Campos de Hielo Norte, se desarrollan, predominantemente, Turberas,

Bosque Siempre verde, Matorral Caducifolio y Bosque Caducifolio (Tellier & Marticorena 2002; Moreira-Muñoz & Troncoso 2014; Luebert & Plischoff 2018), vegetación que se ha fragmentado, dejando espacios abiertos asociados a los márgenes del glaciar y/o a la alteración por efecto del fuego (Bizama et al., 2011).

Se espera que los pecíolos de *G. tinctoria* en crecimiento avanzado, ofrezcan recursos adicionales, hábitats más estables o condiciones ambientales más propicias a una mayor diversidad de insectos que solo polillas. Esta predicción se apoya en la observación de que existe una mayor preferencia y mejor desarrollo de insectos sobre plantas vigorosas y por consiguiente un mayor crecimiento (May-Lara et al., 2011). El crecimiento de las plantas, el cual a menudo es acompañado por cambios en la forma de los diferentes órganos de las plantas, es un proceso fisiológico complejo, que depende directamente de la fotosíntesis, la respiración, la división celular y la elongación de los tejidos, lo cual está influenciada por factores como temperatura, intensidad de luz, densidad de población, calidad de la semilla, disponibilidad de agua y de nutrientes (Barrera et al., 2010; Medrano et al., 2007).

Estudios realizados con *G. tinctoria* en las Islas Británicas y Nueva Zelanda establecen que en primavera temprana se genera rápidamente un brote apical que desarrolla las hojas e inflorescencia las que crecen juntas entre primavera y verano, ocurriendo la senescencia del brote al final del verano con la pérdida de las hojas y cesa el crecimiento hasta que aparece un nuevo brote (Gioria & Osborne, 2013; Williams et al., 2005). Esto coincide con las observaciones de (Ibarra Vidal & Parra (1993) que permiten suponer que los insectos que podrían asociarse a los pecíolos de *G. tinctoria*, podrían aumentar en número y diversidad en la medida que los pecíolos aumentan su crecimiento y aumenta la actividad biológica avanzada la primavera. En el sector del Valle Exploradores, Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, área adyacente a los Campos de Hielo Norte, se desarrollan, predominantemente, Turberas, Bosque Siempre verde, Matorral Caducifolio y Bosque Caducifolio (Luebert Bruron & Plischoff, 2018; Moreira-Muñoz & Troncoso, 2014; Teillier & Marticorena, 2002), vegetación que se ha fragmentado, dejando espacios abiertos asociados a los márgenes del glaciar y/o a la alteración por efecto del fuego (Bizama et al.,

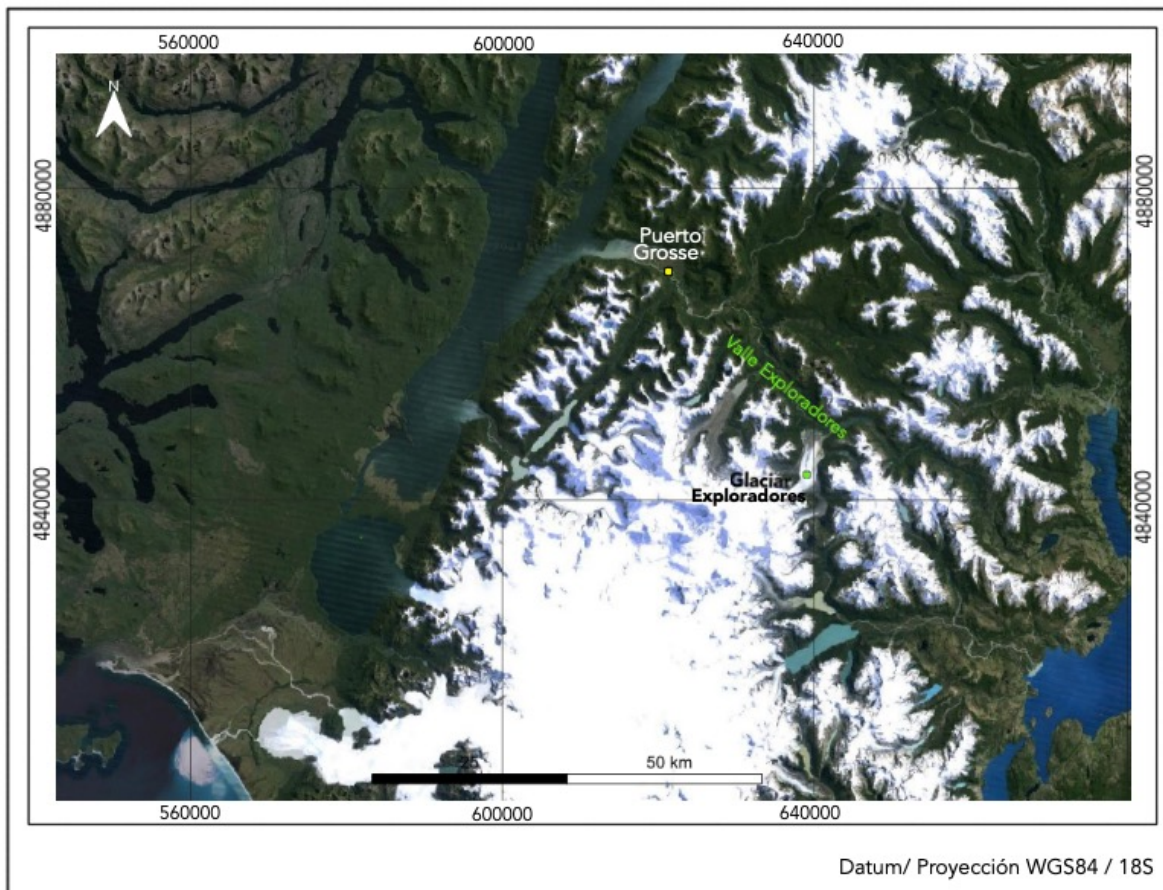
2011). Estos ambientes han sido colonizados por *G. tinctoria* desarrollando su follaje en un restringido período de actividad biológica (Diciembre-Marzo), cuando las temperaturas medias ascienden por sobre los 15°C, las precipitaciones nivales cesan y las lluvias disminuyen (Luebert Bruron & Pliscoff, 2018), propiciando que el follaje de *G. tinctoria* se comience a desarrollar en diciembre y se reduzca en marzo, conservando solo el rizoma cuando el Valle se cubre de nieve.

El período de desarrollo de *G. tinctoria* en el Valle Exploradores, parece ventajoso en cuanto es restringido y permite estudiar los pecíolos de *G. tinctoria*, tanto en su fase inicial como avanzado su crecimiento, con el propósito de reconocer la diversidad de insectos que se asocia a esa estructura de la planta en cuanto va aumentando su tamaño. Tanto el ambiente físico como las interacciones bióticas han sido tradicionalmente invocados como determinantes de estos atributos comunitarios (Del Val E, 2015). En zonas de buenas condiciones climáticas, existe una mayor diversidad de especies (Badano & Cavieres, 2006; Badano & Marquet, 2009). El bosque siempreverde de Aysén seguro está sujeto a la variación estacional de condiciones ambientales tales como la temperatura, las precipitaciones, la radiación UV-B, la intensidad de la luz, etc. (Cárdenas, 2021). Por lo tanto, la diversidad de insectos puede variar dependiendo del sitio y de la fecha (estacionalidad). La preferencia que los insectos herbívoros establecen con sus plantas hospedadas, puede ser interpretado ecológicamente como resultado de procesos de selección hacia plantas que les proporcionan una buena calidad nutricional (Vergara & Jerez, 2010). Es importante resaltar el alto porcentaje de fibra cruda y alto contenido proteico de *G. tinctoria* (Zamorano et al., 2017), lo que hace se presumir que los pecíolos de nalca pueden ser un excelente refugio para los insectos y un alimento altamente palatable. Con todos estos antecedentes, se propone la biodiversidad asociada a Nalca *Gunnera tinctoria* en la región de Aysén, Chile, a mayor crecimiento de los pecíolos se desarrolla mayor biodiversidad de insectos, por lo tanto, a menor crecimiento de los pecíolos, existe una menor biodiversidad de insectos.

6.3 Metodología

6.3.1 Área de estudio

El Valle Exploradores, se ubica en la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, aproximadamente entre las coordenadas $46^{\circ}18'S-73^{\circ}29'O$ y $46^{\circ}37'S-72^{\circ}40'O$, comprendiendo los municipios de Aysén y Puerto Río Ibáñez y recorre aproximadamente unos 90 km de longitud desde la localidad de Puerto Río Tranquilo, a orillas del lago General Carrera, hasta la desembocadura del río Exploradores (Figura 1).



Figuras 1. Mapa de ubicación del Glaciar Exploradores y del Valle Exploradores. Mapa obtenido en QGIS 3.30.2.

6.3.2 Trabajo en terreno

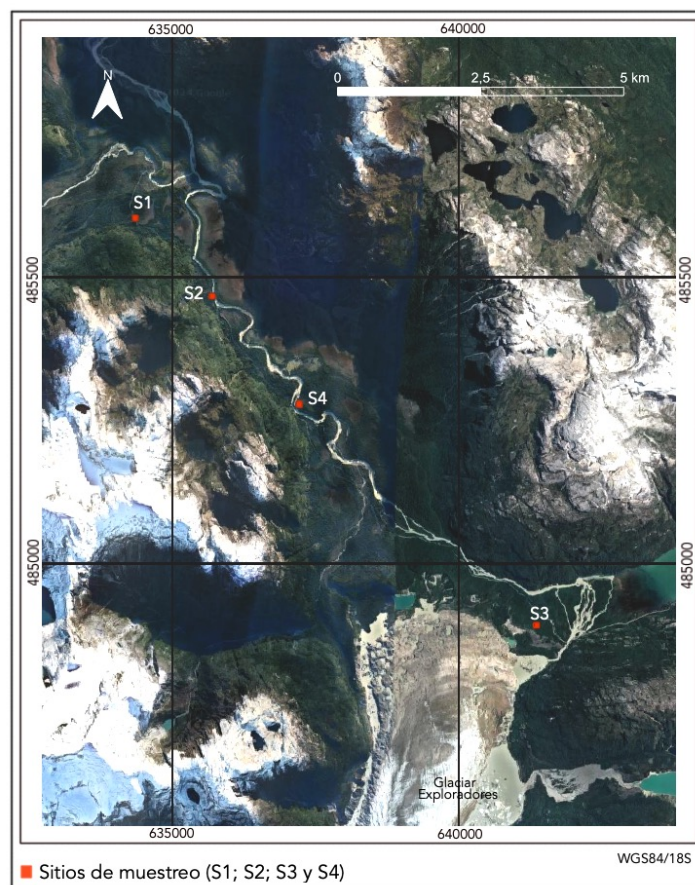
La obtención de las muestras de peciolas de *Gunnera tinctoria* se desarrolló en el Valle Exploradores, en la región de Aysén.

6.3.3 Sitios de muestreo.

Se identificaron poblaciones de *G. tinctoria* en el Valle Exploradores, entre las cuales se definieron cuatro puntos de colecta a lo largo de la ruta X-728 que recorre el Valle Exploradores, desde la localidad de Puerto Río Tranquilo hasta Puerto Grosse, donde el río Exploradores desemboca en la Bahía Exploradores (Tabla 1; Figuras 2 y 3).

Tabla 1. Ubicación de los sitios de muestreo, las coordenadas se expresan en UTM.

Sitios de muestreo	Ubicación en la Ruta X-728	Coordenadas UTM (WGS 84/ 18S)	
		Este (m)	Norte (m)
S1	Km 79	634349.97	4856031
S2	Km 76	635697.21	4854669
S3	Km 52	641365.92	4848919
S4	Km 74	637204.40	4852781



Figuras 2: Mapa de ubicación de los sitios de muestreo. Mapa obtenido en QGIS 3.30.2



Figuras 3. Fotografías de sitios de muestreo. a: S1; b: S2; c: S3 y d: S4.

6.3.4 Colecta de peciolo.

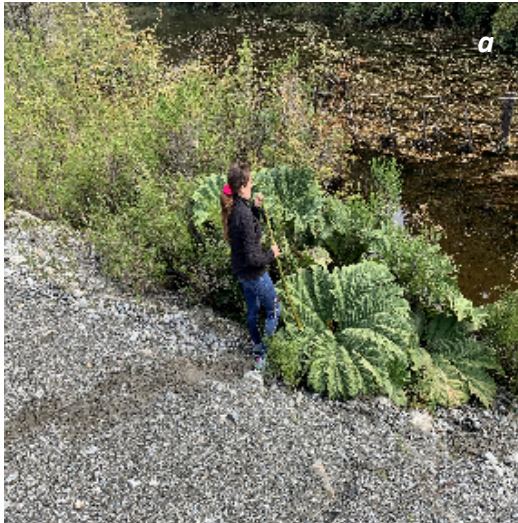
La técnica de colecta consistió en la extracción de los peciolo según su tamaño, el que se midió desde la base adyacente al rizoma hasta la unión con el limbo, estableciéndose dos categorías, por la longitud del peciolo, distinguiendo un estado inicial de crecimiento (**Pei**) entre 50 a 80 cm y, un estado avanzado de crecimiento (**Pea**) entre 100 a 150 cm y fueron cortados con la ayuda de una sierra de mano (Figura 4).

En cada sitio de muestreo, se extrajeron 5 peciolo de cada estado de crecimiento en enero y marzo del año 2022, durante el verano austral (Tabla 2). Los peciolo colectados se

mantuvieron congelados para su traslado al laboratorio.

Tabla 2. Número de colectas por mes y sitios de muestreos durante el estudio. *Pei*: peciolo en estado de crecimiento inicial; *Pea*: peciolo en estado de crecimiento avanzado.

Estado de crecimiento del peciolo	Enero 2022		Marzo 2022		TOTAL
	S1	S2	S3	S4	
<i>Pei</i>	5	5	5	5	20
<i>Pea</i>	5	5	5	5	20
TOTAL	10	10	10	10	40



Figuras 4. Recolección de muestras de peciolo de *Gunnera tinctoria*, a y b: sitio S4 colecta de peciolo; c: peciolo en estado avanzado y d: peciolo en estado inicial.

6.3.5 Trabajo en laboratorio.

La obtención del material entomológico a partir del procesamiento de los peciolos colectados, se desarrolló en el Laboratorio de Sistemática del Instituto de Entomología UMCE, en Santiago.

6.3.6 Procesamiento de los peciolos.

Los peciolos fueron sumergidos en alcohol (70%) y almacenados en cajas (Figura 5a) etiquetadas con datos correspondientes a sitio de muestreo y fecha de extracción para conservar las muestras en el traslado al laboratorio y durante el tiempo de obtención del material entomológico.



Figuras 5. Trabajo en el Laboratorio de Sistemática del Instituto de Entomología, Universidad Metropolitana de las Ciencias de la Educación. *a*: almacenaje de peciolos de *Gunnera tinctoria*; *b*: procesamiento de las muestras.

Los peciolos fueron cortados longitudinalmente para prospectar el material entomológico en su interior. Se removió el tejido vegetal bajo lupa estereoscópica Leica EZ4 en búsqueda de los insectos que estaban alojados en el peciolo (Figura 5b), los que fueron separados, contabilizados e identificados taxonómicamente al mayor nivel de especificidad posible, mediante el uso de claves y descripciones de estados inmaduros de algunos grupos (Peterson, 1948; Snelling & Hunt, 1976; Stehr, 1991; CSIRO, 1991).

6.3.7 Análisis de los datos

Los resultados fueron organizados siguiendo un ordenamiento sistemático (Tabla 3) determinándose valores globales de cada grupo en cada nivel de clasificación. Se elaboraron tablas de abundancia y riqueza obtenidos por sitio de colecta y muestreos realizados. Se establecieron valores globales y relativos de la riqueza de especies (S), diversidad (H'), según el índice de Shannon Weaver y de equitabilidad (J) según el índice de Pielou (Magurran, 2004).

Además, los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de la varianza (ANOVA) de 2 vías, análisis Chi-cuadrado de Wald (χ^2) y modelo general lineal con distribución de probabilidad Poisson y enlace logarítmico. En el ANOVA los datos fueron transformados a logaritmo natural (LN) para cumplir con los supuestos de normalidad y homocedasticidad. Estos test estadísticos fueron realizados con el programa IBM SPSS Statistics (2024).

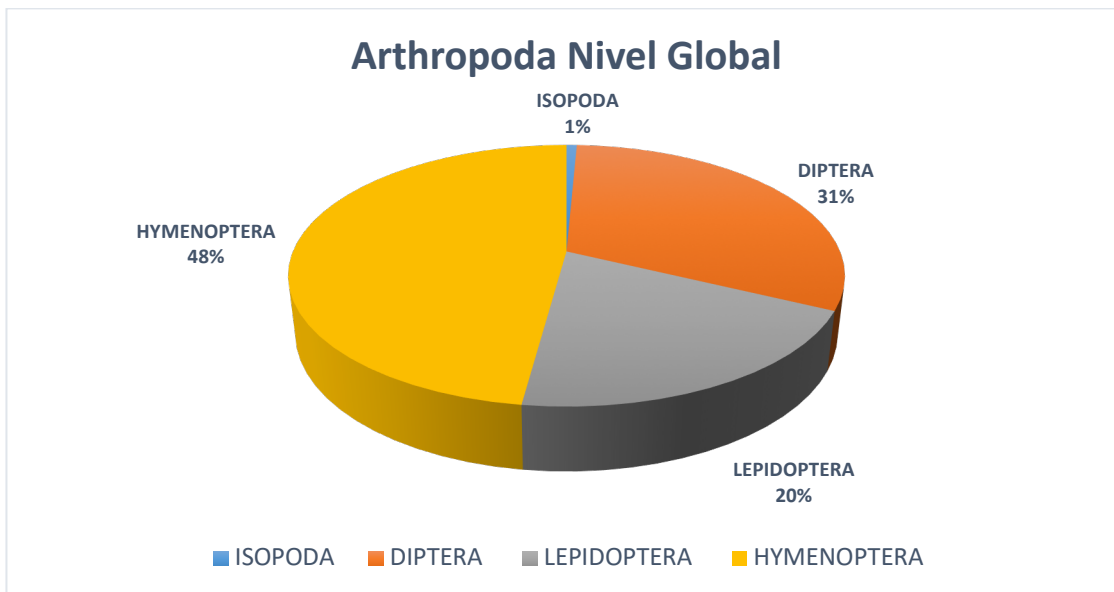
Con el propósito de ilustrar la composición de especies en los diferentes tipos de muestreo realizados, se elaboró un diagrama de Venn que señala las especies registradas exclusivamente en cada situación y las compartidas entre los muestreos.

7 Discusión y resultados.

7.1 Análisis Global

Producto del procesamiento de las muestras, se recolectó un total de 140 individuos representativos de 10 especies o morfoespecies pertenecientes a 7 familias y 4 órdenes, 1 Crustacea y 3 Insecta (Anexo I). Se destacan tres órdenes: Diptera, Hymenoptera y Lepidoptera, en ese orden de importancia. Mientras tanto, el grupo menos abundante en la colecta global fue Isopoda (Fig. 6).

De acuerdo a las descripciones disponibles en la literatura especializada, se logró identificar adultos y estados inmaduros (larvas y pupas) al mayor nivel taxonómico posible, como suborden Brachycera (pupas) y Tabanoidea (larvas) en Diptera y en el caso Hymenoptera, se registraron larvas y adultos de *Lasiophanes picinus* (Anexo I y II).



Figuras 6. Abundancia relativa de los diferentes órdenes registrados en la colecta global.

La mayor parte de la colecta se obtuvo en el segundo muestreo (marzo) con 86,4% de abundancia relativa (Tabla 3). La baja diversidad observada a nivel global y por muestreos, responde a la importancia de *Lasiphanes picinus* (Formicidae) que representa un 40% de la colecta total y un 46,3% de la muestra de marzo (Anexo 1). De similar manera, *Brachycera* sp.1 (Diptera) y *Euclidiodes* sp. (Geometridae) suman cerca del 40% de abundancia relativa en el muestreo de marzo y a nivel global. En síntesis, tres especies determinan el nivel de homogeneidad observada (J en Tabla 3) *Brachycera* sp.1 y *Euclidiodes* sp. registradas en ambos muestreos, con mucho menor abundancia en enero y *Lasiphanes picinus*, registrada solo en marzo, con una gran importancia relativa (Anexo 1).

Tabla 3. Número de individuos (N), especies (S), diversidad según Shannon (H') y equitabilidad según Pielou (J) en cada muestreo realizado.

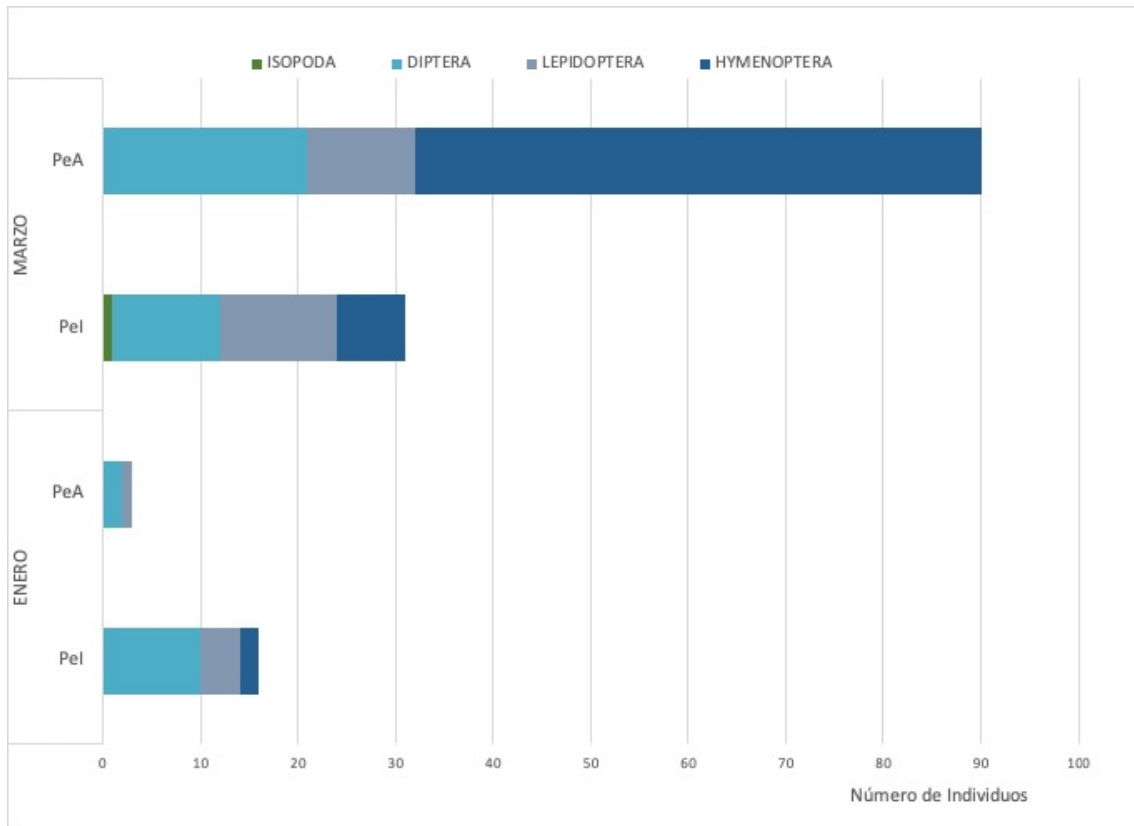
	ENERO	MARZO	TOT
N	19	121	140
S	5	8	10
H'	1,517	1,516	1,65
J	0,94	0,73	0,72

Las poblaciones de *G. tinctoria* muestreadas se encuentran en condiciones ambientales, aparentemente similares, con cobertura boscosa adyacente, separadas entre sí por cerca de 2,5 km en promedio, solo S3, el sitio más lejano del grupo de sitios de muestreo, estaba a poco más de 4 km de distancia del S4, el punto de colecta más cercano. No obstante, se obtuvo una mayor colecta en S3 respecto del resto y con una mayor riqueza específica, comparado con los resultados obtenidos en los otros sitios de muestreo (Tabla 4).

Tabla 4. Número de individuos (N) y especies (S) de los diferentes órdenes de Arthropoda colectados en los distintos sitios de muestreo (S1; S2; S3 y S4).

GRUPOS TAXONÓMICOS	S1		S2		S3		S4		TOTAL	
	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
ISOPODA	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1
DIPTERA	3	2	9	2	8	3	24	2	44	5
LEPIDOPTERA	2	1	3	1	13	2	10	1	28	2
HYMENOPTERA	2	1	0	0	58	2	7	2	67	2
TOTAL	7	4	12	3	80	8	41	5	140	10

Es probable que el contexto espacial de S3, dentro de un área protegida (Parque Nacional Laguna San Rafael), aporte un entorno con mayor abundancia de insectos, aun siendo el punto de colecta más cercano a la influencia del Glaciar Exploradores. Los otros sitios de muestreo estaban en orilla de camino, con menor cobertura boscosa adyacente, factor que podría estar influyendo en la diversidad de artrópodos que utilizan los peciolos de *G.tinctoria* como hábitat para desarrollarse.



Figuras 7. Abundancia de los diferentes órdenes de Arthropoda colectados en los dos muestreos (Enero y Marzo) en peciolo de estado inicial de crecimiento (Pel) y de estado avanzado de crecimiento (PeA).

La mayor proporción de abundancia en Hymenoptera (marzo) y, en menor grado de Diptera, en las muestras de peciolo de crecimiento avanzado, pueden justificar la mayor diversidad observada en los peciolo de crecimiento inicial. Asimismo, la equitatividad de la muestra en peciolo de crecimiento inicial es mayor que la observada en peciolo de crecimiento avanzado, probablemente asociado a los valores de abundancia de tres especies *Lasiophanes picinus* (Hymenoptera), *Brachycera sp.1* (Diptera) y *Euclidiodes sp.* (Lepidoptera) (Tabla 5; Anexo 1).

Tabla 5. Número de individuos (N) y de especies (S), diversidad según Shannon (H') y equitabilidad según Pielou (J) en las muestras de peciolo de crecimiento inicial (PeI) y de crecimiento avanzado (PeA).

Tipo de Peciolo	N	S	H'	J
PeI	47	9	2,1	0,97
PeA	93	7	1,2	0,62

Recientemente, se señala que la eficiencia de *G. tinctoria* como planta invasora, que desplaza a especies nativas en Irlanda, estaría relacionada con el rápido crecimiento de sus brotes cuando coloniza espacios abiertos y/o pobres, aprovechando su capacidad de fijar N, haciendo una gran inversión de nutrientes en el crecimiento inicial de su follaje, florecer y producir semillas rápidamente. Se podría interpretar que, los brotes de la planta son más ricos en nutrientes y que una vez ocurrida la floración y fructificación, el tejido es menos atractivo para el ataque de insectos. Probablemente, esto explicaría que en los peciolo estado inicial de crecimiento se obtuvo una mayor diversidad.

7.2 Análisis Estadísticos

En los análisis estadísticos, el registro de Isopoda no se consideró, ya que solo se detectó un ejemplar en una muestra. Por otro lado, los isópodos (Styloniscidae: *Stylosniscus sp.1*) son especies que habitan principalmente en entornos de alta humedad, como bosques y cavernas del hemisferio sur y son descomponedores de materia orgánica (Pérez-Schultheiss, 2010). La presencia de un isópodo en un solo peciolo podría deberse a varias razones. Podría ser casual u otra posibilidad es que el isópodo haya encontrado condiciones favorables en ese lugar, como humedad y materia orgánica para alimentarse al interior peciolo de *G. tinctoria*.

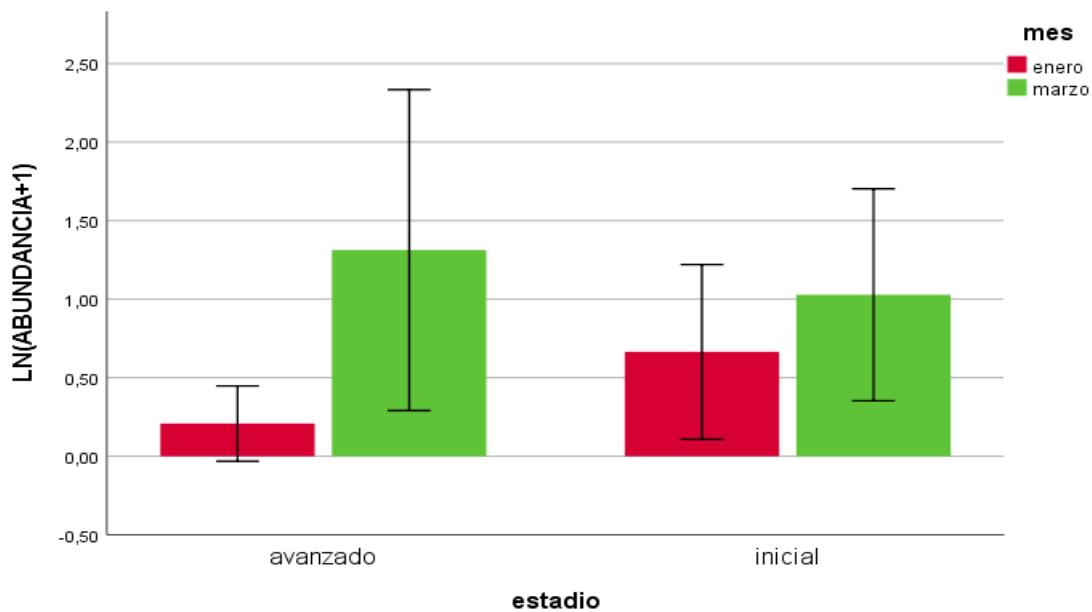
Tabla 6. Análisis prueba estadística chi- cuadrado de Wald (χ^2) para la abundancia.

Tipo III Origen	Chi-cuadrado de Wald	gl	Sig.
(Intersección)	14,907	1	,000
estadio	,752	1	,386
mes	36,884	1	,000
estadio * mes	17,460	1	,000

Variable dependiente: abun

Modelo: (Intersección), estadio, mes , estadio * mes

Se observó que el estadístico chi-cuadrado de Wald (χ^2), al analizar la abundancia muestra un valor de p 0,386 en el efecto del estadio (Tabla 6). Esto sugiere que no se encontraron diferencias significativas en la abundancia de acuerdo al estadio de los peciolos. Sin embargo, al examinar el efecto del mes y la interacción entre el estadio y el mes, se encontraron diferencias estadísticamente significativas, ya que el valor de p fue menor 0,05. Esto indica que existen diferencias significativas en la abundancia según el mes y estas diferencias varían dependiendo del estadio de los peciolos.



Figuras 8. LN (Abundancia) (n° de individuos) en los meses de enero y marzo, en dos estadios del peciolo inicial y avanzado.

En la figura 8 se representa la abundancia de insectos en función de los estadios de crecimiento, con enero y marzo como los respectivos meses. Se observan diferencias significativas en la abundancia de insectos en los peciolo en estado avanzado entre los meses de enero y marzo. De modo contrario, con los peciolo de estado inicial no se observan, diferencias significativas de abundancia entre meses, por lo tanto, se puede observar que hubo una mayor abundancia de insectos en los peciolo en estado avanzado de crecimiento en el mes de marzo.

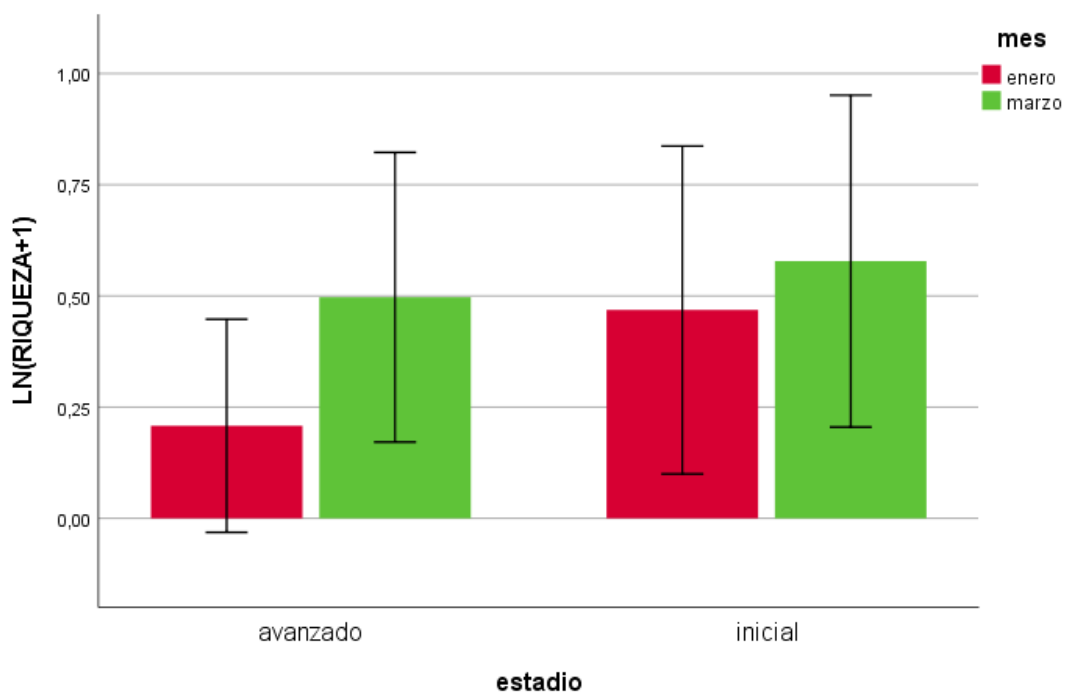
Tabla 7. Análisis prueba estadística chi- cuadrado de wald (χ^2) para la riqueza específica.

Tipo III Origen	Chi-cuadrado de Wald	gl	Sig.
(Intersección)	3,985	1	,046
estadio	2,121	1	,145
mes	2,121	1	,145
estadio * mes	,840	1	,359

Variable dependiente: riqueza

Modelo: (Intersección), estadio, mes , estadio * mes

Al analizar la riqueza de especies. El estadístico chi-cuadrado de Wald (χ^2), arrojó un valor de P mayor que 0,05 para el estadio, el mes y la interacción entre ambos (Tabla 7). Esto indicó que no se encontraron diferencias significativas en cuanto al efecto del estadio, el efecto del mes y la interacción entre el estadio y el mes.



Figuras 9: Riqueza de especies en los meses de enero y marzo, en dos estadios inicial y avanzado.

En la figura 9, se presenta la relación entre la riqueza de especies y los distintos estadios de crecimiento, con enero y marzo representados en los ejes. No se detectaron diferencias significativas en la riqueza de especies entre los peciolo en estado inicial y avanzado ni durante los meses de enero y marzo.

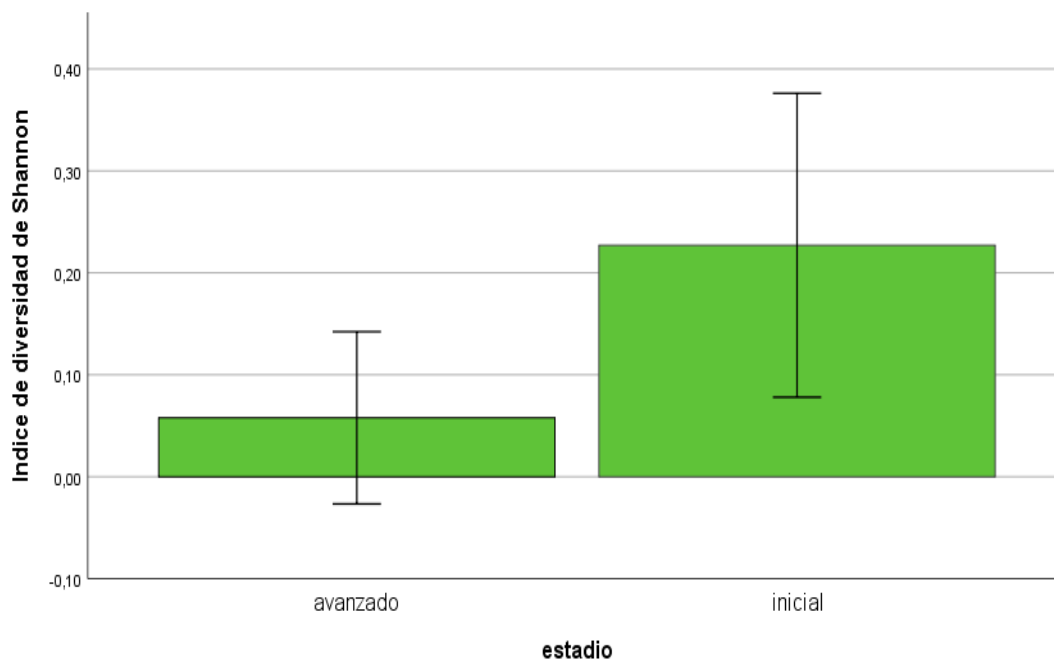
Tabla 8. Análisis pruebas estadísticas ANOVA de 2 vías, diversidad de Shannon.

Variable dependiente: shannon

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,373 ^a	3	,124	1,820	,161
Intersección	,811	1	,811	11,871	,001
mes	,080	1	,080	1,165	,288
estadio	,287	1	,287	4,193	,048
mes * estadio	,007	1	,007	,101	,752
Error	2,460	36	,068		
Total	3,645	40			
Total corregido	2,833	39			

a. R al cuadrado = ,132 (R al cuadrado ajustada = ,059)

Al examinar el índice de diversidad de Shannon, el análisis de ANOVA de 2 vías, arrojó un valor de p mayor que 0,05 para el mes y su interacción con el estadio y un p menor a para el factor estadio (Tabla 8). Esto sugiere que no se encontraron diferencias significativas en relación con el mes y la interacción entre el estadio y el mes, pero sí diferencias entre los estadios. Sin embargo, se observaron diferencias significativas en función del estadio de los peciolo, por lo que se presume que en el bosque siempreverde de Aysén, al igual que todos los ecosistemas, está sujeto a la variación estacional de condiciones ambientales tales como la temperatura, las precipitaciones, la radiación UV-B, la intensidad de la luz, etc. (Cárdenas, 2021). La preferencia que los insectos herbívoros establecen con su planta hospedera, puede ser interpretado ecológicamente como resultado de procesos de selección hacia plantas que les proporcionen una buena calidad nutricional (Vergara & Jerez, 2010). En este caso existió una diversidad de insectos en peciolo de nalca de estadios iniciales.



Figuras 10: Índice diversidad de Shannon, en dos estadios del peciolo inicial y avanzado.

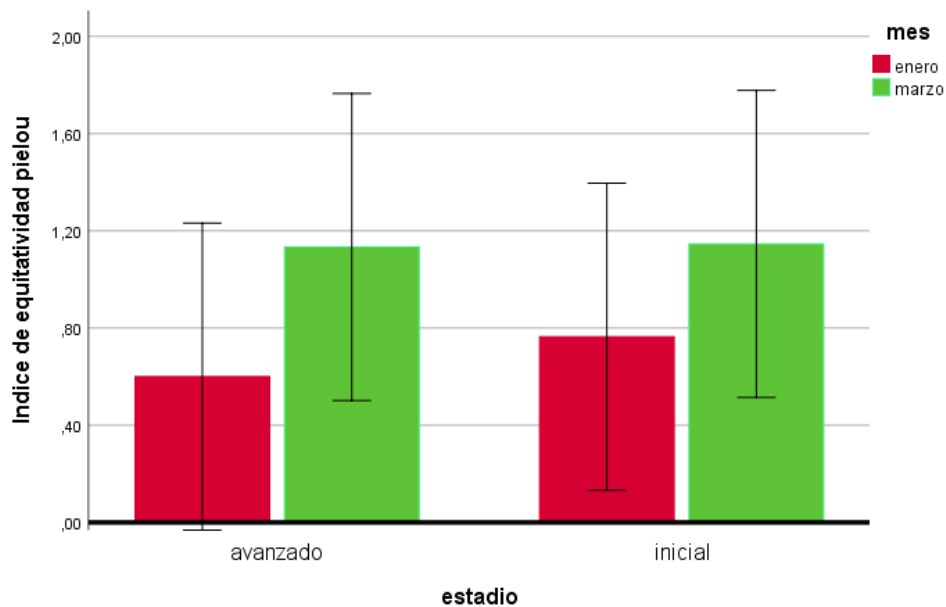
En la figura 10, se muestra el índice de diversidad de Shannon en el eje X, en función de los estadios iniciales y avanzados de los peciolos. Se detectó diferencias significativas en el índice de diversidad de Shannon entre los peciolos en estado inicial y avanzado. Se presume que esto se debe al gran estrés ambiental diario y anual en la Región de Aysén, ya que los ciclos biológicos de los insectos pueden ser rápidos o estar desfasados fenológicamente, lo que puede variar diariamente y más aun estacionalmente, por ello sería necesario realizar más adelante otro estudio de cómo es la diversidad de insectos durante un año (Vergara & Jerez, 2010).

Tabla 9. Análisis pruebas estadística ANOVA de 2 vías, equitatividad de Pielou.

Variable dependiente: equitatividad					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,557 ^a	3	,186	,766	,521
Intersección	8,298	1	8,298	34,214	,000
mes	,523	1	,523	2,157	,151
estadio	,020	1	,020	,081	,778
mes * estadio	,014	1	,014	,059	,809
Error	8,731	36	,243		
Total	17,586	40			
Total corregido	9,288	39			

a. R al cuadrado = ,060 (R al cuadrado ajustada = -,018)

El análisis de ANOVA de 2 vías, al evaluar la Equitatividad de Pielou, revela un valor de p mayor a 0,05. Esto indica que no se identificaron diferencias significativas en cuanto al estadio, el mes y la interacción entre el estadio y el mes. Esto sugiere que la distribución de las especies dentro de las muestras fue similar y que no hubo una preferencia evidente de ninguna especie sobre las demás.



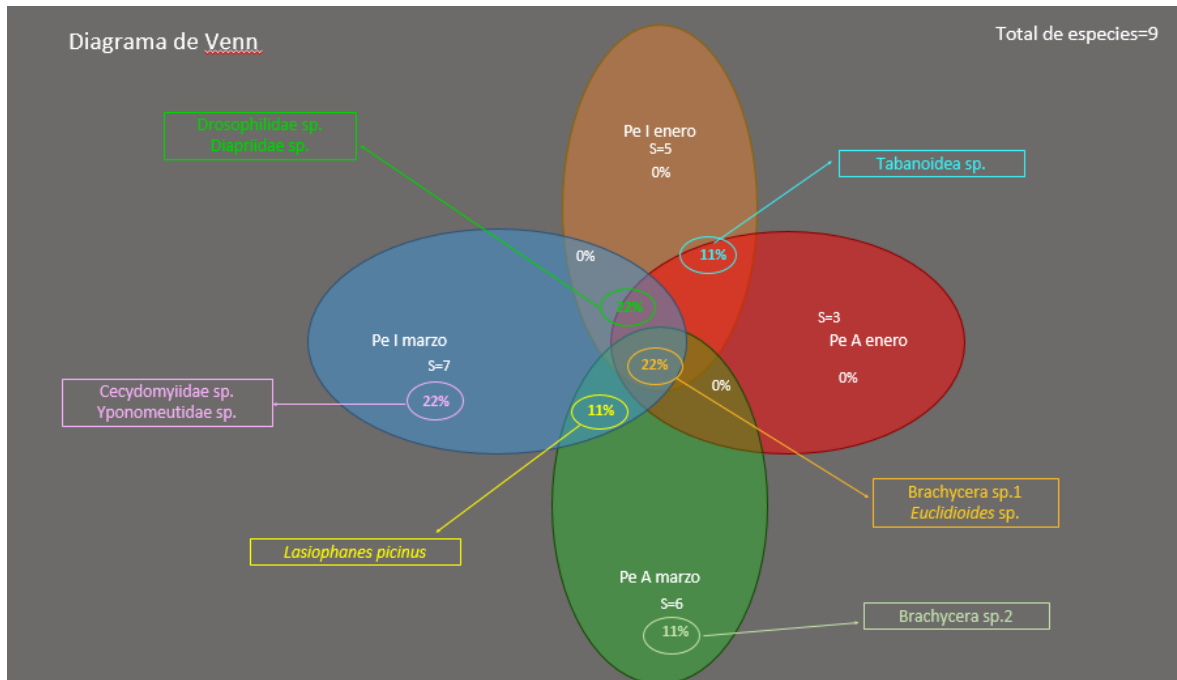
Figuras 11: Índice de Equitatividad de Pielou en los meses de enero y marzo, en dos estadios del peciolo inicial y avanzado.

En la figura 11, se muestra el índice de Equitatividad de Pielou en el eje (Y), en función de los estadios iniciales y avanzados de los peciolos, con los meses de enero y marzo representados en el eje (X). No se identifican diferencias significativas en el índice de equitatividad de Pielou entre los peciolos en estado inicial y avanzado durante los meses de enero y marzo. Por lo tanto, se puede concluir que la equitatividad en los muestreos realizados se mantiene constante.

7.3 Análisis Diagrama de Venn

En el diagrama de Venn (Fig.12), proporciona una representación visual clara de las relaciones entre las especies de los diferentes órdenes de Insecta registrados en los peciolos de diferente estado de crecimiento en los muestreos de enero y marzo (Tabla 3; Anexo I) considerando las 9 especies en total, se verifica que, en la muestra de enero se registró solo una especie en peciolos en estado de crecimiento inicial y avanzado mientras que las demás especies colectadas en enero también se registraron en marzo. De los peciolos iniciales y avanzados en enero, no se obtuvieron especies exclusivas de esas situaciones (0% en Fig.12). Mientras que los muestreos de marzo, aun compartiendo especies con las colectas

de enero, si registraron especies exclusivas de peciolo inicial (22% en Fig.12) y avanzados (11% en Fig.12).



Figuras 12. Diagrama de Venn, porcentaje de especies en los peciolo de nalca *Gunnera tinctoria* en estado inicial y avanzado de crecimiento, entre los meses enero y marzo.

Dentro de este estudio se registraron los ejemplares asociados a los peciolo en estado inicial y avanzado. Según lo analizado, *Brachycera* sp.1 (Diptera) y *Euclidioides* sp.1 (Geometridae) se registraron en todos los peciolo, tanto de crecimiento inicial como avanzado, lo que representa un 22% (Fig.12), con mayor abundancia avanzada la primavera (marzo) (Anexo I). Los lepidópteros chilenos se caracterizan más bien por su alto endemismo, aspecto en el que destaca la familia Geometridae, con el mayor número de especies endémicas (Ramos-González, 2017). Las polillas geométridas tienen una fuerte asociación con sus plantas alimenticias para las larvas debido a la alta especificidad y dependencia en determinadas plantas para desarrollarse a través de su ciclo ontogenético (Ramos-González et al., 2018). El género *Euclidioides* comprende a mariposas nocturnas de mediano tamaño y distribución austral. Es un género endémico de la región Subantártica y los registros de captura fueron más abundantes en marzo (Parra, 1999). Existe otro

geométrido que desarrolla su ciclo ontogénico en la nalca, llamado *Euphitecia horismoides* (Ibarra Vidal, 1999). Con respecto a las pupas del suborden Brachycera tienen poco movimiento o ninguno, se desplazan solo hacia escasa distancia, según sus requerimientos de humedad, buscando sitios más húmedos generalmente a una profundidad mayor cuando el terreno pierde contenido en agua (Micieli et al., 2023) ; por lo que el interior de los peciolo *G.tintoria*, al reunir estas condiciones podría brindar protección hasta la emergencia del adulto.

En las colectas de enero, se comparte la presencia de Tabanoidea sp.1, lo que representa un 11% (Fig.12), con mayor abundancia en los peciolo de crecimiento inicial (Anexo I).

Los Tabanidae de la superfamilia Tabanoidea, son un grupo importante de dípteros braquíceros a nivel mundial, aunque la familia es hematófaga, algunas especies y los machos se alimentan de néctar. Por este hábito, los tabanidae y el resto de los braquíceros se consideran muy importantes en la diversificación de las angiospermas (González et al., 2004). Las larvas de Tabanidae se caracterizan principalmente por su naturaleza depredadora, alimentándose de pequeños artrópodos y también pueden ser descomponedores de materia orgánica (Micieli et al., 2023). por lo tanto, el interior peciolo *G. tinctoria* encontrándose en descomposición un adecuado hábitad para su desarrollo.

Entre enero y marzo, las especies Drosophilidae sp.1 y Diapriidae sp.1 se registraron en peciolo iniciales de enero y en peciolo iniciales y avanzados de marzo, lo que representa un 22% (Fig. 12), con mayor abundancia en la colecta de marzo (Anexo I). Los himenópteros de la familia Diapriidae son parasitoides cosmopolitas que miden de dos a cuatro milímetros de longitud. Se encuentran comúnmente en hábitats húmedos y sombreados y se sabe poco sobre su biología aunque se han asociado como endoparasitoides de dípteros de la familia Drosophilidae (Marchiori, 2022).

Entre los peciolo colectados en marzo, en estado inicial y avanzado de crecimiento, se registró a *Lasiophanes picinus* lo que representa un 11% (Fig. 12) con mayor abundancia en los peciolo de crecimiento avanzado (Anexo I). *Lasiophanes picinus* vive en zonas húmedas

de la Patagonia, pero ocasionalmente puede penetrar en zonas más áridas siguiendo la vegetación que crece a lo largo de los ríos o donde el agua subterránea hace que el suelo sea más húmedo (Parra, 1999). La presencia de esta hormiga en peciolos de *G. tinctoria*, puede relacionarse con la alimentación directa sobre el tejido vegetal, rico en ácido carboxílico y agua, elementos altamente palatables para formícidos como precursores del ácido fórmico (Muñoz-Villa et al., 2014), como también puede alimentarse de restos de otros insectos presentes en los peciolos de la planta (Williams et al., 2005).

Según la literatura, se sabe que los adultos de la familia Yponomeutidae emergen típicamente en la Patagonia durante los meses de marzo y abril, las larvas al alimentarse dejan un abundante rastro de hilos sedosos adheridos a las áreas de alimentación, normalmente es el mismo comportamiento en esta familia. Este micro lepidóptero también ha sido asociado con *Maytenus boaria* (Maitén: Celastraceae) en Chile, al igual que la familia de dípteros Cecidomyiidae (Cepeda, 2018).

Aunque no hay registros específicos de la presencia de la familia de dípteros Cecidomyiidae (mosca de las agallas) en la nalca, se han documentado en *Maytenus boaria* Mol. (Maitén: Celestraceae), una especie arbórea nativa de los bosques patagónicos argentinos y chilenos, donde habitan en las ramas y troncos de este árbol (Gentili et al., 2002). En nalca (*G. tinctoria*) se encontraba en estado adulto emergió, pero no pudo salir del interior del peciolo, hay algunas ocasiones en que estos dípteros, no se alimentan al emerger y su principal función es la reproducción, en estado adulto su ciclo de vida es un periodo breve entre 2 a 5 días. El Maitén al igual que nalca (*Gunnera tinctoria*) se desarrolla en zonas húmedas, lluviosas, a lo largo de las orillas de los cursos de agua, pero también en climas áridos. Además, en lo otro que coinciden es que el Maitén posee propiedades medicinales.

En los peciolos de estado avanzado colectados en marzo, se registró a *Brachycera* sp.2 (Diptera) lo que representa un 11% (Fig. 12) con un individuo (Anexo I). Las larvas de *Brachycera* viven en diversos hábitat como por ejemplo suelos húmedos, barro, bajo hojarasca, márgenes de charcos, lagunas y además son descomponedores de materia

orgánica (Micieli et al., 2023), este ejemplar se encontraba en peciolo de *G. tinctoria* en estado de descomposición en su interior.

A la fecha 2024 aún no hay estudios de diversidad de insectos asociados a otras estructuras o reservorios en nalca como la raíz, hojas o exterior de peciolo; solo se asoció *Euphitecia horismoides* desarrollando todo su ciclo ontogénico en *G. tinctoria*, al momento de pupar lo hace bajo el rizoma, cubierto de nieve durante todo el invierno austral (Ibarra Vidal, 1999).

Con respecto a plantas de gran estructura se citó un estudio sobre la entomofauna asociada a la puya (Bromeliaceae) en Chile Central mediterráneo, donde revela notables diferencias en cuanto a abundancia (N), riqueza (S) y diversidad (H') entre el clima mediterráneo chileno con respecto de los bosques subantárticos de la Patagonia chilena. Según los análisis de tallos en este estudio, se observa una amplia abundancia y riqueza de insectos (Solervicens et al., 2004). Estas disparidades se atribuyen a varios factores, como el clima, la temperatura y la disponibilidad de nutrientes, que resultan más propicios para los insectos en el clima mediterráneo de modo contrario en el clima patagónico. La puya (Bromeliaceae), tiene una característica en común con nalca, que también se le ha asociado un lepidóptero, *Castnia eudesmia* que desarrolla todo su ciclo ontogénico (Angulo et al., 1993).

En resumen, los resultados de los análisis no respaldan la hipótesis planteada de una mayor diversidad en peciolo de estadio avanzado, ya que, según el análisis del índice de Shannon, se observó una mayor diversidad de insectos en los peciolo en estado inicial. Esta discrepancia podría deberse al tamaño limitado de la muestra o a la falta de muestreos más exhaustivos de los peciolo de *G. tinctoria*, pero con respecto a la abundancia si hay una mayor presencia en peciolo de estado avanzado. Aunque solamente en marzo, lo podría relacionarse con el crecimiento de determinadas poblaciones de insectos, como *Brachycera* sp.1 y *Lasiophanes picinus*, que se desarrollan dentro de los peciolo o van incorporándose durante la temporada.

7.4 Conclusiones

De la revisión de los peciolos de *Gunnera tinctoria*, se obtuvieron dos clases de Arthropoda, Malacostraca e Insecta comprendiendo un total de 10 especies, distribuidas en 4 órdenes y 7 familias, con un total de 140 individuos.

En lo que respecta a la Riqueza (S) y el índice de equitatividad de Pielou (J), no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) ni entre estadios del peciolo ni entre meses.

El índice de diversidad de Shannon (H') revela una mayor diversidad de insectos en los peciolos en su estado inicial. Esto podría atribuirse a que los peciolos en esta etapa ofrecen mayores recursos nutricionales, previo a la floración y fructificación de la planta, y tejidos más jóvenes que favorecerían la infestación en comparación con los peciolos en estado avanzado.

La mayor diversidad de insectos se encontró en los peciolos de plantas ubicadas dentro del Parque Nacional Laguna San Rafael. Esto podría atribuirse al efecto del entorno protegido, el cual probablemente conserva una mayor biodiversidad, con elementos que colonizan los peciolos de *G. tinctoria* cuando estos están disponibles.

En relación con la Abundancia se observó una mayor presencia en peciolos en estado avanzado, lo que podría estar reflejado que a lo largo del ciclo vegetativo de la planta se pueden ir incorporando más individuos de algunas poblaciones que se desarrollen dentro de los peciolos o se alimenten del tejido vegetal.

8 Referencias Bibliográficas

- Angulo, A. O., & Olivares, T. S. (1993). Biology and immature stages of the bromeliad base borer, *Castnia psittacus*, in Chile (Lepidoptera: Castniidae). *Tropical Lepidoptera Research*, 133-138.
- Badano, E. I., & Cavieres, L. A. (2006). Ecosystem engineering across ecosystems: Do engineer species sharing common features have generalized or idiosyncratic effects on species diversity? *Journal of Biogeography*, 33(2), 304-313. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01384.x>
- Badano, E. I., & Marquet, P. A. (2009). Biogenic habitat creation affects biomass–diversity relationships in plant communities. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 11(3), 191-201. <https://doi.org/10.1016/j.ppees.2009.03.002>
- Barrera, J., Suárez, D., & Melgarejo, L. M. (2010). II. Análisis de crecimiento en plantas. *Experimentos en fisiología vegetal. Melgarejo, LM (Ed). Laboratorio de Fisiología y Bioquímica Vegetal. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia*, 25-39.
- Bergman, B., & Osborne, B. (2002). The Gunnera: Nostoc Symbiosis. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 102B(1), 35-39. <https://doi.org/10.1353/bae.2002.0024>
- Bizama, G., Torrejón, F., Aguayo, M., Muñoz, M. D., Echeverría, C., & Urrutia, R. (2011). Pérdida y fragmentación del bosque nativo en la cuenca del río Aysén (Patagonia-Chile) durante el siglo XX. *Revista de geografía Norte Grande*, 49, 125-138. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022011000200008>
- Cárdenas, F. N. Q. (2021). *Variación estacional de la respuesta antioxidante química de cuatro especies del Bosque Siempreverde de Aysén*. Seminario para optar al Título de Químico Ambiental. Escuela de Ciencias Ambientales y Biotecnología- Facultad de Ciencias Universidad de Chile.
- Cepeda, D. E. (2018). New genus and species of Yponomeutidae (Lepdoptera: Yponomeutoidea) associated with *Maytenus boaria* Molina (Celastraceae) from Chile, with descriptions of immature stages and natural history observations. *Insecta Mundi*, 0647: 1-12.
- CSIRO Division of Entomology (1991). *The insects of Australia. A textbook for students and research workers*. Carlton: Melbourne University Press, 2nd edition. Carlton, Vic: Melbourne Univ. Press.

- Darwin, Charles. (1845). *Journal of researches into the natural history and geology of the countries visited during the voyage of H.M.S. «Beagle» round the world ...* London, J. Murray, 1890. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/68332>
- Del Val, E. (2015). Ecología y evolución de las interacciones bióticas. *Revista de Biología Tropical*, 63(1), 313-317.
- Espinoza. (1987). *Plantas medicinales de Chile: Fragmento de la cuarta edición de la Geografía descriptiva de la República de Chile - Memoria Chilena*. Memoria Chilena: Portal.
- Gentili, MO, Gagné, RJ y Cueto, P. (2002). Una nueva especie de *Xyloperrisia* (Diptera: Cecidomyiidae), un formador de agallas en el tallo de *Maytenus boaria* (Celastraceae) de Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 61 (3-4).
- Gioria, M., & Osborne, B. A. (2013). Biological Flora of the British Isles: *Gunnera tinctoria*. *Journal of Ecology*, 101(1), 243-264. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12022>
- González, C. R., Sanhueza, Y., Flores, P., & Vargas, D. (2004). Estudio comparativo de la armadura bucal en hembra y macho adultos de *Chaetopalpus annulicornis Philippi* (Diptera: Tabanidae). *Revista Chilena de Entomología*, 30, 11-16.
- Hebel-Gerber, S., García-Cancino, A., Urbina, A., Simirgiotis, M. J., Echeverría, J., Bustamante-Salazar, L., Sáez-Carrillo, K., Alarcón, J., & Pastene-Navarrete, E. (2021). Chilean Rhubarb, *Gunnera tinctoria* (Molina) Mirb. (*Gunneraceae*): UHPLC-ESI-Orbitrap-MS Profiling of Aqueous Extract and its Anti-*Helicobacter pylori* Activity. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 583961. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.583961>
- Ibarra -Vidal, H. & L. Parra. (1993). Descripción de los estados preimaginales y aspectos de la Historia Natural de *Eupithecia horismoides* Ringe, 1987 (Lepidoptera: Geometridae), Perforador del peciolo del Pangue (*Gunnera tinctoria*). *Revista Chilena de Entomología*, 20: 35-41.
- Jarzen, D. M. (1980). The Occurrence of *Gunnera* Pollen in the Fossil Record. *Biotropica*, 12(2), 117. <https://doi.org/10.2307/2387727>
- Le-Fort, E. C. (1995). *Darwin en Chile: (1832-1835) : viaje de un naturalista alrededor del mundo*. Editorial Universitaria.
- Luebert Bruron, F. J., & Pliscoff, P. (2018). *Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile 2a. Ed.* Universitaria, Santiago 384 pp.

- Mieli, M., Maciá, A. & Spinelli G.R. (2023). Entomología médica y veterinaria: Biología y sistemática de artrópodos de interés médico y veterinario en Argentina. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP), La Plata, 210 pp.
- Marchiori. (2022). Description of the *Diapriidae* Family (Insecta: Diptera). *International Journal of Frontiers in Science and Technology Research*, 2(2), 001-018. <https://doi.org/10.53294/ijfstr.2022.2.2.0030>
- Magurran, E. (2004). *Diversidad ecológica y su medición*. Edit. Vedral. Barcelona, España. 200 pp.
- May-Lara, C., Pérez-Gutiérrez, A., Ruiz-Sánchez, E., Ic-Caamal, A. E., & García-Ramírez, A. (2011). Efecto de niveles de humedad en el crecimiento y potencial hídrico de *Capsicum chinense* Jacq. Y su relación con el desarrollo de *Bemisia tabaci* Genn. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(3), 1039-1045.
- Medrano, H., Bota, J., Cifre, J., Flexas, J., Ribas-Carbó, M., & Gulías, J. (2007). Eficiencia en el uso del agua por las plantas. *Investigaciones geográficas (Esp)*, 43, 63-84.
- Moreira-Muñoz A. & J. Troncoso. (2014). Representatividad biogeográfica de las Reservas de la Biosfera de Chile En: A Moreira-Muñoz & A Borsdorf (eds) *Reservas de la Biosfera de Chile: Laboratorios para la Sustentabilidad*. Academia de Ciencias Austriaca, Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Geografía, Santiago, serie Geolibros 17: 24–61e.
- Muñoz, O., Montes, M. & Wilkomirski, T. (2001). *Plantas medicinales de uso en Chile: Química y farmacología*. Editorial Universitaria. Santiago de Chile, 315 pp.
- Muñoz-Villa, A., Sáenz-Galindo, A., López-López, L., Cantú-Sifuentes, L., & Barajas-Bermúdez, L. (2014). Ácido Cítrico: Compuesto Interesante Citric Acid: Interesting Compound. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 6(12).
- Osborne, B. A. (1988). Photosynthetic characteristics of *Gunnera tinctoria* (Molina) Mirbel. *Photosynthetica (Praha)*, 22(2), 168-178.
- Osborne, B. A., Cullen, A. N. N., Jones, P. W., & Campbell, G. J. (1992). Use of nitrogen by the Nostoc—*Gunnera tinctoria* (Molina) Mirbel symbiosis. *New phytologist*, 120(4), 481-487. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1992.tb01796.x>
- Osborne, B., Doris, F., Cullen, A., McDonald, R., Campbell, G., & Steer, M. (1991). *Gunnera tinctoria*: an unusual nitrogen-fixing invader. *BioScience*, 41(4), 224-234. 1991, vol. <https://doi.org/10.2307/1311412>

- Parra, L. E. (1999). Revisión del género *Euclidiodes* Warren 1895 (Lepidoptera: Geometridae). *Revista Chilena de Historia Natural*, 72, 643-659.
- Pérez-Schultheiss, J. (2010). Familias de isópodos terrestres (Crustacea: Isopoda: Oniscidea) de Chile: Sinopsis y clave de identificación. *Boletín de biodiversidad de Chile*, 4, 63-82.
- Petzold, G., Catril, G., & Duarte, C. (2006). Caracterización fisicoquímica de pecíolos del pague (*Gunnera tinctoria*). *Revista chilena de nutrición*, 33(3), 539-543. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182006000500010>
- Ramos-González. (2017). Las mariposas (Insecta: Lepidoptera) depositadas en el Museo de Historia Natural de Concepción, Chile. *Colecciones Digitales, Subdirección de Investigación DIBAM*, 1, 1-27.
- Ramos-González, Zamora-Manzur, Rose-Garrido, C. A., & Parra, L. E. (2018). An updated catalogue of the Geometridae (Lepidoptera: Geometroidea) from Chile. Part I: Archiearinae, Geometrinae and Sterrhinae. *Gayana (Concepción)*, 82(1), 15-25. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382018000100015>
- Rodríguez, R., Marticorena, C., Alarcón, D., Baeza, C., Cavieres, L., Finot, V. L., Fuentes, N., Kiessling, A., Mihoc, M., Pauchard, A., Ruiz, E., Sanchez, P., & Marticorena, A. (2018). Catálogo de las plantas vasculares de Chile. *Gayana. Botánica*, 75(1), 1-430. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432018000100001>
- Solervicens, J., Estrada, P. y Beéche, M. (2004). Entomofauna asociada a tallos florales e infrutescencias de especies de Puya (Bromeliaceae) de Chile Central. *Revista Chilena de Entomología*, 30 (2), 31-44.
- Snelling, R.R. & Hunt, J.H. (1975). The ants of Chile (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Chilena de Entomología*, 9, 63–129.
- Teillier, S., & Marticorena, C. (2002). Riqueza florística del Parque Nacional Laguna San Rafael, XI Región, Chile. *Boletín Museo Nacional de Historia Natural*, 51, 43-73. <https://doi.org/10.54830/bmnhn.v51.2002.320>
- Troncoso, P. A., Pérez, C. A., Larrain, J., & Ardiles, V. (2013). Desarrollo de la fijación simbiótica de nitrógeno en una cronosecuencia primaria en la Isla Santa Inés, Región de Magallanes, Chile. *Revista chilena de historia natural*, 86(3), 345-356. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2013000300011>
- Velásquez, P., Riquelme, K., Leyton, F., Giordano, A., Gómez, M., & Montenegro, G. (2021). Antibacterial potential assessment of Nalca (*Gunnera tinctoria* Mol.) ethanolic

extracts. *Natural Product Research*, 35(23), 5425-5428.
<https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1777118>

Vergara, O., & Jerez, V. (2010). Insectos e infestaciones asociadas al follaje de *Nothofagus antarctica* (Forst) Oerst (Nothofagaceae) en la cuenca del río Baker, Región de Aysén, Chile. *Gayana (Concepción)*, 74(2), 83-93. <https://doi.org/10.4067/S0717-65382010000200002>

Wanntorp, L., & Wanntorp, H.-E. (2003). The biogeography of *Gunnera* L.: Vicariance and dispersal: Biogeography of *Gunnera*. *Journal of Biogeography*, 30(7), 979-987. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2003.00895.x>

Wilkinson, H. (2000). A revision of the anatomy of Gunneraceae. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 134(1-2), 233-266. <https://doi.org/10.1006/bojl.2000.0372>

Williams, PA, Ogle, CC, Timmins, SM, La Cock, GD y Clarkson, J. (2005). Ruibarbo chileno (*Gunnera tinctoria*): biología, ecología e impactos de conservación en Nueva Zelanda (págs. 1-27). Wellington: Departamento de Conservación.

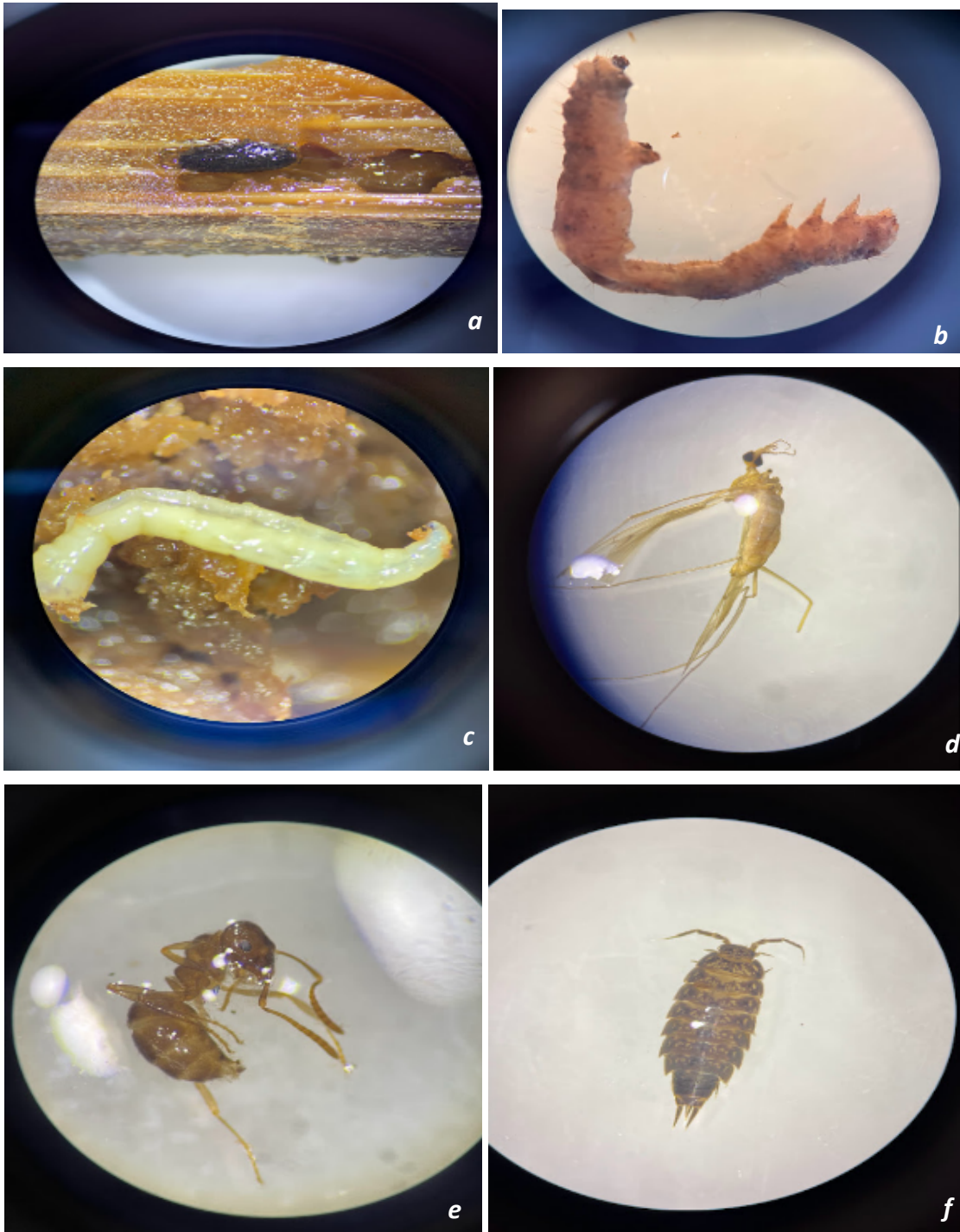
Zamorano, P., Rojano, B., Morales, M., Magariños, H., Godoy, P., & Muñoz, O. (2017). Biological and antioxidant activity of *Gunnera tinctoria* (Nalca). *Journal of Medicinal Plants Research*, 11(17), 318-330. <https://doi.org/10.5897/JMPR2017.6376>

9 ANEXOS I

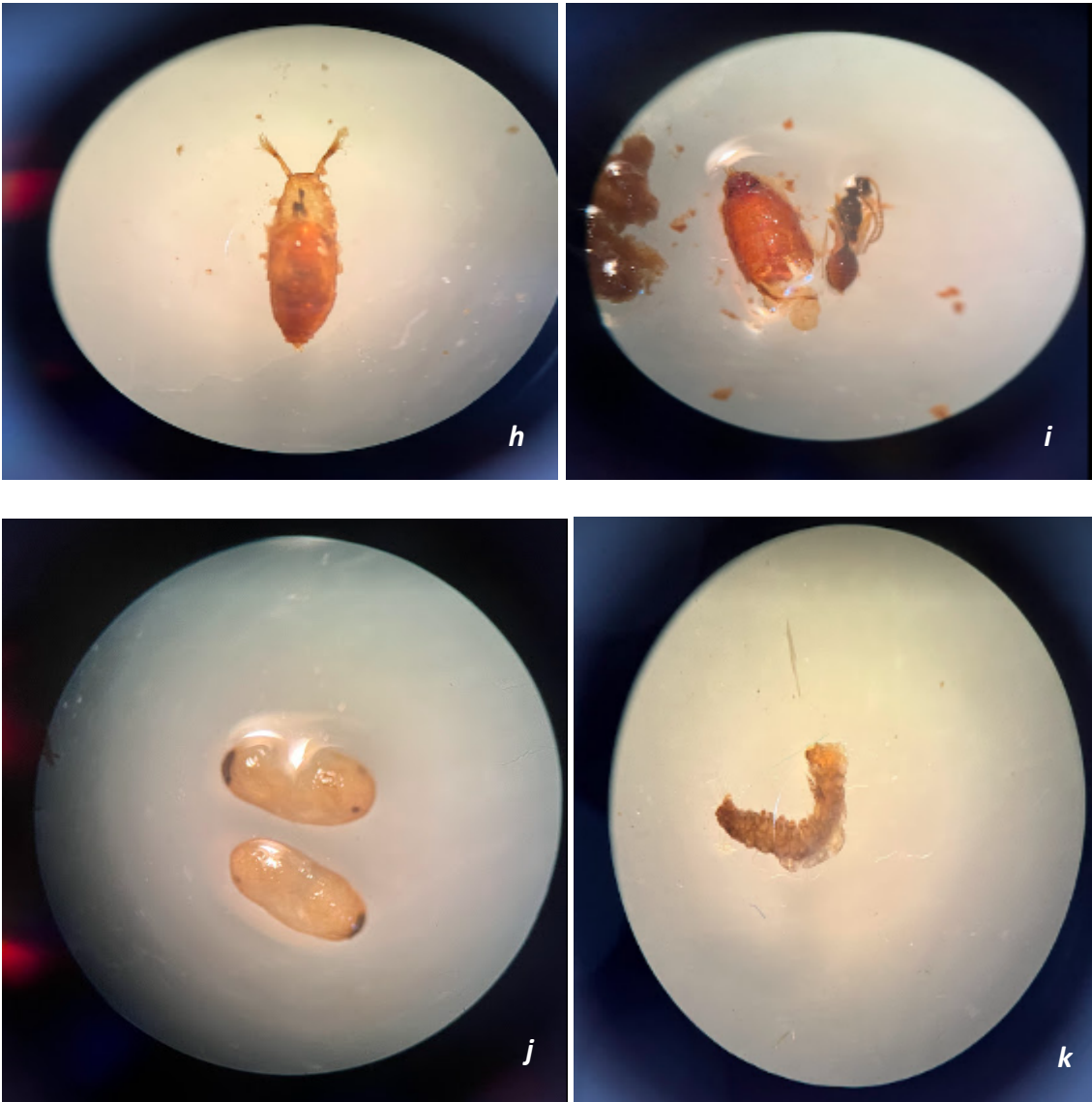
Número de individuos de Arthropoda registrados en los dos muestreos realizados (enero y marzo 2022) en los diferentes sitios de colecta (S1; S2; S3 y S4).

	ENERO				MARZO				TOTAL
	S1	S1	S2	S2	S3	S3	S4	S4	
	PeI	PeA	Pei	PeA	Pei	PeA	Pei	PeA	
ARTHROPODA									
MALACOSTRACA									
ISOPODA									
Styloniscidae									
<i>Styloniscus</i> sp.1					1				1
INSECTA									0
DIPTERA									0
Cecidomyiidae									0
sp.1					1				1
Brackycera									0
sp.1 pupa	1		4	1		4	4	13	27
sp.2 larva						1			1
Drosophilidae									0
sp.1	2				2		4	3	11
Tabanoidea									0
sp.1			3	1					4
LEPIDOPTERA									0
Yponomeutidae									0
sp.1					1				1
Geometridae									0
<i>Euclidiodes</i> sp.	1	1	3		6	6	5	5	27
HYMENOPTERA									0
Diapriidae									0
sp.1	2				2		4	3	11
Formicidae									0
<i>Lasiophanes picinus</i>					1	55			56
TOTAL	6	1	10	2	14	66	17	24	140

10 ANEXO II



Figuras a-f. Imágenes de insectos colectados en peciolos de *Gunnera tinctoria*- **a**) pupa Brackycera (Diptera); **b**) Geometridae: *Euclidiodes sp1.*; **c**) larva Brackycera: Tabanoidea; **d**) Cecydomyiidae sp1 (Diptera); **e**) Formicidae:*Lasiophanes picinus* y **f**) Styloniscidae :*Styloniscus Sp.1.*



Figuras h-k. **h)** Pupa Drosophilidae sp.1 (Diptera); **i)** Pupa Drosophilidae sp.1 parasitado por himenóptero Diapriidae sp.1; **j)** Formicidae: *Lasiophanes picinus* **k)** Lepidóptero larva Yponomeutidae sp1.