



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Facultad de Ciencias

Escuela de Ciencias

PROFESOR PATROCINANTE:

Dr. Miguel Neira

Instituto de Agronomía

Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad Austral de Chile

PROFESOR CO-PATROCINANTE:

Dra. María Eugenia Casanueva

Departamento de Zoología

Facultad de Cs. Naturales y Oceanográficas

Universidad de Concepción

ANÁLISIS DE LA ARACNOFAUNA CONSTRUCTORA DE REDES (ARANEAE)
PRESENTE EN UN BOSQUE NATIVO Y UNA PLANTACIÓN DE EUCALIPTO
(*Eucalyptus nitens*), X REGIÓN, CHILE.

Tesis de Grado presentada como
parte de los requisitos para optar
al Grado de Licenciado en Ciencias
Biológicas.

CLAUDIO ALEJANDRO MANRIQUEZ HUENCHU

VALDIVIA – CHILE

2005

A Dios que siempre me da fuerza, a mi familia por su incondicional amor, y a cada uno de aquellos que me apoyaron en la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Mis sinceros agradecimientos al Dr. Miguel Neira por el apoyo entregado, su disposición y sugerencias, del mismo modo a la Dra. Gladys Ruiz quien siempre me incentivó y alentó en la elaboración de este trabajo, a la Dra. María E. Casanueva por sus críticas, correcciones, facilitarme el Laboratorio de Aracnología de la Universidad de Concepción y aceptar amablemente un alumno de fuera. A Milenko Aguilera, por su ayuda, consejos y enseñarme a conocer de arañas. A Andrea Quijano por su ayuda en el análisis de los datos y permitirme trabajar en el laboratorio de los alumnos de doctorado del Instituto de Zoología. A Claudia Dussaubat por su colaboración en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agrarias. Al Dr. Murúa por facilitarme las dependencias de San Martín y a Don Pedro Muñoz por su valiosa ayuda en terreno. A Forestal Valdivia S.A. por autorizarme a trabajar en sus predios. A mis amigos y compañeros que me apoyaron y ayudaron en la realización de este trabajo, a Cristian Sandoval, Karin Wegmann, Benjamín Guzmán, Diego Miranda, Yéssica Pérez, Ronald Jara, Fernando Riedemann entre muchos otros. Un agradecimiento especial al Profesor Alejandro Bravo y Dr. Mario Pino cuyas palabras fueron de gran importancia personal en el comienzo de esta idea. Finalmente agradezco a mis padres y mi hermana, a los que debo y dedico todo esto.

ÍNDICE

1. RESUMEN	1
1.1 Abstract	2
2. INTRODUCCIÓN	3
2.1 Hipótesis de Trabajo	6
2.2 Objetivo General	7
2.3 Objetivos Específicos	7
3. MATERIALES Y MÉTODOS	8
3.1 Área de Estudio 1	8
3.2 Área de Estudio 2	9
3.3 Muestreo	10
3.4 Análisis de los datos	12
4. RESULTADOS	14
4.1 Taxonomía	14
4.2 Análisis de los datos	21
5. DISCUSIÓN	25
6. LITERATURA CITADA	29
7. Anexo	33
Tablas:	
Tabla 1. Resumen Chi-cuadrado entre plantación y bosque para las tres familias comunes por estación.	22
Tabla 2. Valores de la Prueba Tukey.	24

Tabla 3. Número de arañas constructoras de redes por familias y mes en el Bosque San Martín.	33
Tabla 4. Número de arañas constructoras de redes por familias y mes en la plantación de eucalipto.	33
Tabla 5. Densidades de arañas constructoras de redes según telas en el Bosque San Martín.	34
Tabla 6. Densidades de arañas constructoras de redes según telas en una plantación de eucalipto.	34
Tabla 7. Datos meteorológicos de temperatura y precipitación entregados para Valdivia por la Estación Climatológica “Teja” de la Universidad Austral de Chile.	35
Tabla 8. ANOVA para el Análisis de Regresión Lineal del bosque San Martín.	35
Tabla 9. ANOVA para el análisis de regresión para la plantación de eucalipto.	35
Tabla 10. ANOVA de dos vías para probar efecto del hábitat (bosque y plantación) y estación del año sobre la variable densidad de telarañas.	36

Figuras

1 y 2: Bosque Experimental San Martín.	8
3 y 4: Plantación Eucalipto sector Cuyinhue.	9
5: Mapa Provincia de Valdivia.	11
6 y 7: Familia Araneidae.	14
8 y 9: Telas de araneidos.	15
10 y 11: Familia Linyphiidae.	15
12 y 13: Telas de linyphiidos.	16
14 y 15: Familia Uloboridae.	16

16 y 17: Familia Amaurobiidae.	17
18: Tela de amaurobiido.	17
19 y 20: Familia Anapidae.	18
21 y 22: Telas de anapidos.	18
23 y 24: Familia Agelenidae.	19
25: Tela de agelenido.	19
26 y 27: Familia Nesticidae.	20
28: Tela de nesticido.	20
29: Abundancias relativas de las familias de arañas recolectadas en el bosque San Martín.	21
30: Abundancias relativas de las familias de arañas recolectadas en la plantación de eucalipto.	21
31: Efecto de los dos hábitat sobre la densidad [=Log (v1+0.5)] y su error estándar.	23
32: Efecto de las estaciones del año sobre la densidad [=Log (v1+ 0.5)] de telarañas en las y su error estándar.	24
33: Gráfico densidad y error estándar de arañas según telas por estación del año, en ambos sitios de estudio.	36

1. RESUMEN

Las arañas constituyen uno de los grupos de artrópodos más frecuentes en la fauna arbórea y la mayoría de éstas presentan amplias distribuciones. Las arañas son organismos depredadores, distinguiéndose entre ellas dos estrategias principales: las cazadoras activas y las constructoras de redes. Los patrones básicos de construcción de telas son variables a nivel de Familias. La estructura del hábitat ha sido citada repetidas veces como un factor determinante en la composición de ensamblajes de arañas y otros artrópodos.

En este sentido cambios en la estructura y composición de hábitats nativos debido a su reemplazo por plantaciones ha sido señalado como causal en la reducción de especies de fauna silvestre. El presente trabajo tiene por objetivo conocer y comparar las arañas constructoras de redes presentes en el bosque nativo San Martín y en una plantación de eucalipto (*Eucalyptus nitens*); además de registrar sus fluctuaciones estacionales. El muestreo se realizó entre noviembre del 2004 y octubre del 2005. En cada sector de estudio se realizaron por mes 10 transectos de 50 m de largo y 3 m de ancho. Entre los 30 cm hasta 2 m de altura se contabilizaron las telas presentes y se recolectaron las arañas cuando fue posible. En San Martín se encontraron las Familias Agelenidae, Uloboridae, Nesticidae, Anapidae, Amaurobiidae, Linyphiidae y Araneidae, las tres últimas estuvieron presentes en la plantación de eucalipto. Se encontraron diferencias entre las arañas tejedoras del bosque y de la plantación de eucalipto y se registraron diferencias estacionales en la aracnofauna estudiada siendo mayormente conspicuas entre primavera-invierno y verano-invierno. Los resultados indican como en un sistema intervenido antrópicamente se ve afectada la aracnofauna arborícola.

1.1 ABSTRACT

The spiders are part of one of the most frequent groups of arthropods in the arboreal fauna and most of their species present wide distributions. Spiders are predators organisms, distinguishing two main strategies: the active hunters and the webs weavers. The basic patterns of web construction are variable among Family levels. The habitat structure has been quoted many times as a determining factor in the assembling of spiders and other arthropods. Thus, changes in the structure and composition of native habitats replaced by plantations have been signaled as a cause in the reduction of wild fauna. The objective of this paper is to know and compare the web constructors spiders that live in San Martín's native forest and in an eucalyptus plantation (*Eucalyptus nitens*), and to register their seasonal fluctuations. The sampling was done between November 2004 and October 2005. On each study sector, 10 transects of 50 m long and 3 m wide were made per month. The webs found were between 30 cm and 2 m high and the spiders were collected when it was possible. In San Martín's forest, the families Agelenidae, Uloboridae, Nesticidae, Anapidae, Amaurobiidae, Linyphiidae and Araneidae were found, the three last they were present in the eucalyptus plantation. Between the forest and the plantation, differences were found among the weaving spiders and seasonal differences were registered in the spiders fauna studied, being mostly conspicuous in spring-winter and summer-winter. The results indicate how a system interfered for human action can affect the arboreal spiders fauna.

2. INTRODUCCIÓN

El Orden Araneae está entre los grupos de artrópodos más exitosos, presentando muchas especies amplias distribuciones (Turnbull, 1973). Gran parte de este éxito es gracias a la capacidad de producir una sustancia proteica denominada telaraña, la que es secretada por glándulas ubicadas en el abdomen y expulsada al exterior por estructuras llamadas hilanderas. La tela es empleada en casi todos los aspectos relevantes de su ciclo de vida: alimentación, apareamiento, en la detección de posibles depredadores al ampliar su rango sensitivo, proteger sus huevos en una ooteca de tela y en un proceso denominado “Aerostación” que consiste en que los juveniles suben a un lugar alto, se apoyan en la punta de sus tarsos y elevan el abdomen emitiendo hilos los cuales son arrastrados por el viento, proporcionando un eficaz mecanismo de dispersión (Rupperts y Barnes, 1996).

Exceptuando algunos simbioses kleptoparásitos, todas las arañas son depredadoras (Robinson, 1983), siendo uno de los grupos de artrópodos más frecuentes de la fauna arbórea, distinguiéndose entre ellas dos estrategias principales: las cazadoras activas y las constructoras de redes, (Turnbull, 1973; Gertsch, 1979). En este último grupo se reconocen varios tipos distintivos de redes trampa o de captura (Kaston, 1972; Levi y Levi, 1968), como las mallas hechas por hilos dispuestos de manera irregular de las familias Theridiidae, Nesticidae y Amaurobiidae; las redes laminares o plataformas horizontales como las fabricadas por la familia Linyphiidae o Agelenidae caracterizada por construir un tubo que se dirige a su escondite; las redes orbiculares (también llamadas simétricas o regulares) de familias como Tetragnathidae, los pequeños Anapidae caracterizados por sus redes orbiculares horizontales, muchas con radios

suplementarios y espirales pegajosas sobre el plano orbicular (Ramírez *et al.*, 2004) y la familia más común entre las hiladoras de este tipo de redes, Araneidae.

En lo referente a estudios ecológicos de arañas en Chile, están pobremente desarrollados (Aguilera, com. pers. 2005, Universidad de Concepción). Entre los trabajos que se han realizado encontramos a Zapfe (1961a; 1961b; 1961c) en este último titulado “Distribución altitudinal de Araneae en el valle del río Mapocho” observa dos máximos poblacionales, uno en otoño y otro en primavera; Calderón (1974) estudia a Araneae en el Parque Nacional “Vicente Pérez Rosales” describiendo especies según distribución altitudinal y asociación vegetal; por su parte Henríquez (1979) no registra variaciones estacionales en la aracnofauna del bosque San Martín en la provincia de Valdivia.

Por otro lado, en trabajos desarrollados en Norteamérica y Europa, se ha tratado de explicar patrones de distribución y abundancia en ensamblajes de arañas y otros artrópodos, citando frecuentemente como un factor determinante la arquitectura del hábitat. Duffey (1966) ha demostrado que la estructura del hábitat y condiciones microclimáticas juegan un rol importante limitando la distribución de algunas especies de arañas. Por su parte, Stratton *et al.*, (1979) estudian comunidades de arañas en tres géneros de coníferas, señalando que las diferencias en la composición relativa de las familias de arañas encontradas se deberían a las diferencias estructurales de los árboles. En insectos, Solervicens y Elgueta (1989) indican que la similitud de un grupo de artrópodos asociados a distintos hospederos (plantas), estarían influenciados por las características del follaje. Halaj *et al.* (2000) manipulando ramas de abeto, demuestran la importancia de la estructura del hábitat en una comunidad de insectos y arañas residentes, enunciando además que en depredadores como las arañas, la disponibilidad única de rasgos estructurales de hábitat permite una mayor eficiencia en la captura de presas. En Chile,

recientemente Aguilera (2002) estudió la composición de arañas arborícolas asociadas al follaje en boldo y arrayán, en el Parque Botánico Pedro del Río Zañartu (Hualpén) difiriendo de lo anteriormente citado pues señala que las arañas más que depender estrictamente de la estructura de la formación vegetacional en la que habitan, si podrían depender de la disponibilidad de recursos del medio como por ejemplo alimento.

Cambios en la estructura y composición de hábitats nativos, debido a la conversión de bosques nativos por plantaciones artificiales ha implicado una drástica reducción de los hábitats de muchas especies de fauna silvestre (Lara *et al.*, 1995). Según Armesto *et al.* (1995) la riqueza de especies y los grados de endemismos son escasamente conocidos para la mayoría de los invertebrados. En este sentido, el conocimiento de comunidades biológicas asociadas a ecosistemas artificiales es escaso, y el que se tiene corresponde a plantaciones de pino, no existiendo registro en eucalipto.

Covarrubias (1993) en un estudio en la comuna de Los Lagos (X Región), encontró 36 taxa de microartrópodos en un bosque nativo versus 31 en una plantación colindante de *Pinus radiata*, y señaló que Araneae se presenta con una mayor frecuencia en bosques de pino. Este último punto resulta de interés particular pues según Riechert y Lockley (1984) las comunidades de arañas limitan el incremento potencial en las poblaciones de insectos en sistemas naturales y agrícolas, teniendo de esta manera una importancia económica que sustenta nuevos estudios en esta materia. Finalmente, Estades y Escobar (2005) demuestran que en plantaciones de pino la fauna de artrópodos es relativamente diversa aunque es más escasa que en bosques nativos.

En base a los antecedentes anteriormente expuestos, el presente trabajo pretende determinar posibles diferencias entre la aracnofauna constructora de redes de un monocultivo de *Eucalyptus nitens* perteneciente a Forestal Valdivia S.A. y de un bosque nativo, representado por

el Bosque Experimental San Martín, una reserva a cargo de la Universidad Austral de Chile, estando estas áreas bajo las mismas condiciones geográficas y climáticas. Para establecer estas diferencias se identifican las arañas recolectadas y sus abundancias relativas, las densidades relativas de arañas tejedoras según sus telas entre ambas zonas de estudio, estableciendo además su fluctuación en un ciclo anual y paralelamente se determinan posibles efectos climáticos.

2.1 HIPOTESIS DE TRABAJO

Dado que las zonas de estudio están bajo las mismas condiciones geográficas y climáticas, se esperaría que:

Primera Hipótesis: La aracnofauna constructora de redes asociada al bosque nativo San Martín y a una plantación de eucalipto, sea semejante.

Dado que en estudios realizados en el Bosque San Martín no se encuentran variaciones estacionales en la abundancia de arañas, se esperaría que:

Segunda Hipótesis: La aracnofauna constructora de redes asociada al bosque nativo San Martín y la plantación de eucalipto no presente variaciones estacionales.

2.2 OBJETIVO GENERAL

Conocer y comparar las arañas constructoras de redes presentes en el Bosque Experimental San Martín y en una plantación de eucalipto.

2.3 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar los especímenes recolectados hasta al nivel taxonómico más bajo posible con la ayuda de claves taxonómicas.
- Determinar la abundancia relativa de arañas constructoras de redes recolectadas en cada área de estudio.
- Determinar posibles diferencias en la densidad de arañas según sus telas entre ambas áreas de estudio.
- Evaluar fluctuaciones estacionales de arañas constructoras de redes según sus telas en un ciclo anual.
- Determinar la relación entre la variación en la densidad de arañas según sus telas y los factores climáticos temperatura y precipitación, si existe fluctuación estacional.

3. MATERIAL Y METODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDIO 1:

El presente estudio se realizó en el Bosque Experimental San Martín (Fig. 1 y 2), ubicado a 39° 38' de latitud Sur y a 73° 07' de longitud Oeste. Este bosque está inserto en el fundo del mismo nombre, y corresponde a un predio experimental perteneciente a la Universidad Austral de Chile, a cargo del Instituto de Ecología y Evolución. No ha sido explotado hace más de 30 años y es usado para actividades de docencia e investigación (Dr. R. Murúa, com. pers., 2004, Univ. Austral de Chile). Este bosque se encuentra en la Décima Región de Chile a 74 km de la ciudad de Valdivia y a 4 km de la localidad rural de Iñipulli. En esta área el clima es templado húmedo, con una precipitación media anual de 2500 mm y una humedad relativa sobre 75%. La superficie del sector es prácticamente plana, manteniendo una altura de 3 m sobre el nivel del mar. Cárdenas (1976) define al Bosque San Martín como higrófilo templado en la cual, la totalidad de las formaciones boscosas son nativas.



Figura 1: Bosque Experimental San Martín.

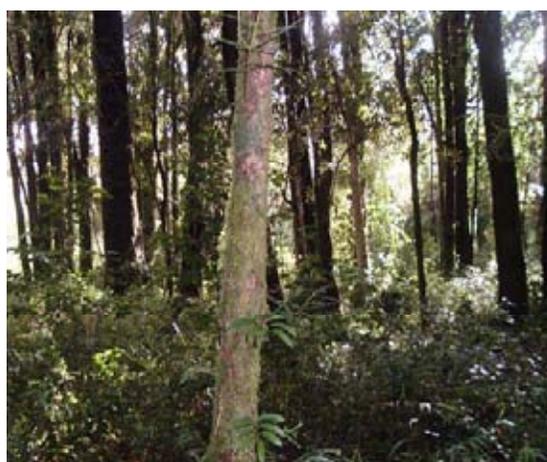


Figura 2: Vista interior.

3.2 ÁREA DE ESTUDIO 2:

La plantación de eucalipto (*Eucalyptus nitens*) (Fig. 3 y 4), ubicada a 39° 33' de latitud Sur y 73° 06' de longitud Oeste. Está distante a 14 km al Norte del Bosque San Martín en el sector denominado Cuyinhue, perteneciente a Forestal Valdivia S.A. Tiene alrededor de 8 años de edad, con árboles que alcanzan los 20 m de altura, abarcando toda la plantación en total aproximadamente 200 ha.

Las condiciones climáticas son similares al Bosque San Martín, dada la cercanía de los predios (14 km). La vegetación al interior de la plantación es muy escasa, predominando la zarzamora (*Rubus constrictus*).



Figura 3: Plantación Eucalipto sector Cuyinhue.



Figura 4: Vista interior.

3.3 MUESTREO

El muestreo en ambos lugares de estudio (Fig. 5) se realizó entre noviembre del 2004 y octubre del 2005. Se realizaron 12 salidas a terreno, en la segunda o tercera semana de cada mes. En la plantación y en el bosque nativo se seleccionó un área aproximada de 30.000 m², donde se realizaron 10 transectos, equivalentes a una franja de 50 m de largo y 3 m de ancho. La observación se hizo entre los 30 cm sobre el nivel del suelo hasta una altura de 2 m, registrando de manera visual las telas de araña intactas, que fueron rotuladas como activas (Ward y Lubin, 1992). De esta manera, la densidad relativa fue establecida a través del número de telas por transecto (nº de telas /255 m³ en un transecto), asumiendo que cada tela representa a una araña.

Se recolectaron las arañas de cada tela cuando fue posible, siendo ésta posteriormente destruida para evitar un posible recuento. Los individuos recolectados fueron conservados en etanol 70%.

Para fotografiar las redes se utilizó el método descrito por Ramírez *et al.* (2004), pulverizando las mismas con maicena e iluminándolas con una linterna para obtener el contraste apropiado, usando una cámara digital Fujifilm FinePix A210.

Las muestras se tomaron desde las 8:00 ó 9:00 A.M. en el bosque nativo y a 10:00 A.M. en la plantación, debido a que según señalan Gertsch (1979) y Ward y Lubin, (*op. cit.*) muchas de estas arañas acostumbran tejer una nueva red todas las noches o temprano en la mañana.

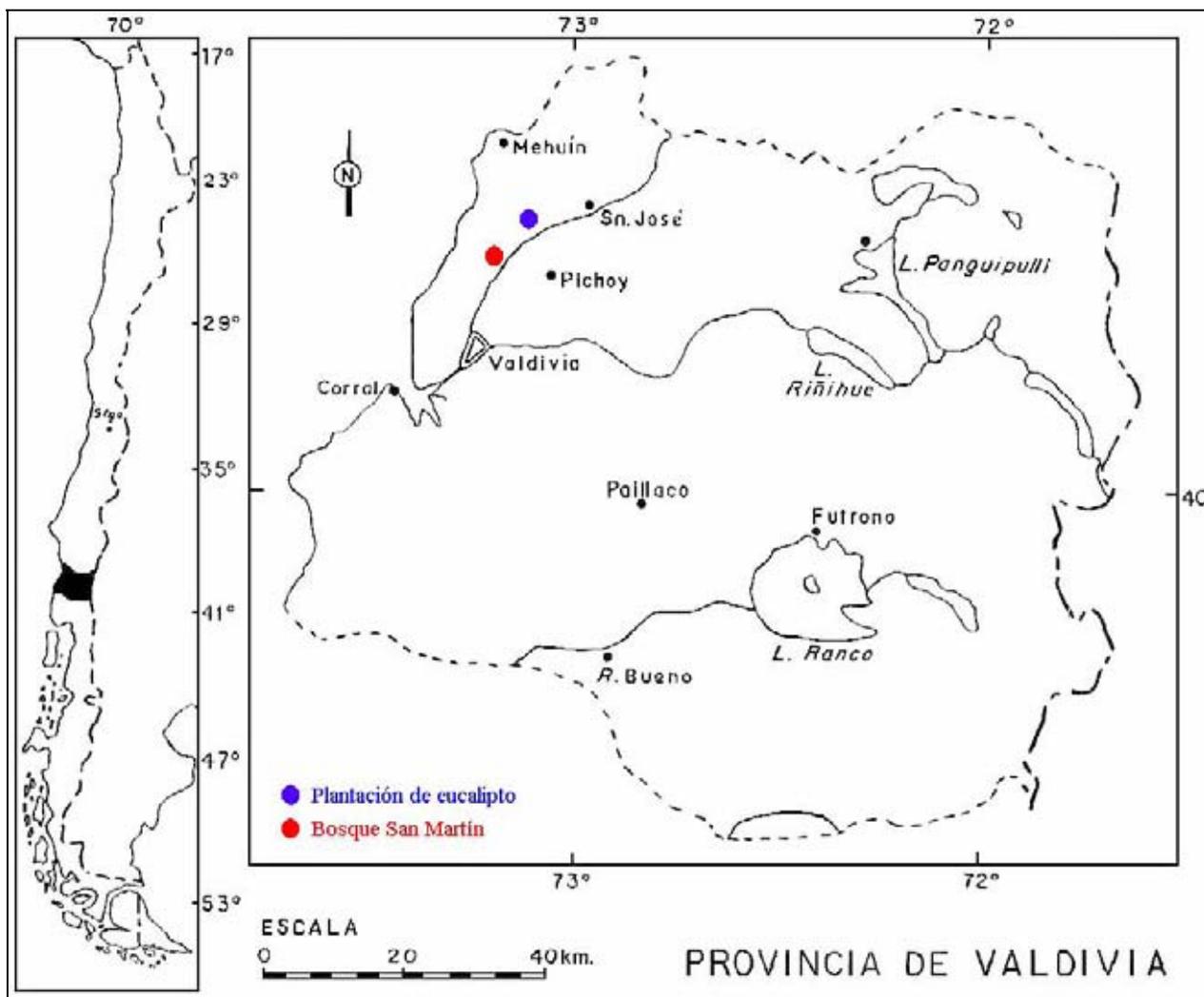


Figura 5: Mapa Provincia de Valdivia señalando ubicación de Bosque San Martín (en rojo) y la plantación de eucalipto (en azul). Fuente: Modificado de Henríquez (1979).

3.4 ANÁLISIS DE LOS DATOS

La identificación y análisis de los especímenes recolectados, sus densidades relativas según telas y asociación con las variables precipitación y temperatura son presentados a continuación.

3.4.1 DETERMINACIÓN DE ESPECIMENES

Las arañas recolectadas fueron identificadas empleando la clave de Kaston (1972), y con la ayuda de una lupa estereoscópica Zeiss West Germany.

Los especímenes fueron dejados en su gran mayoría en una colección de referencia, en el Instituto de Zoología de la Universidad Austral y en el Laboratorio de Aracnología de la Universidad de Concepción.

3.4.2 ANALISIS ESTADÍSTICO

En el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico STATISTICA 6.0 y para los gráficos se usó la hoja de cálculo de Excel (Office 2003) y el programa SigmaPlot 9.0.

Para establecer comparaciones de arañas recolectadas entre el bosque y la plantación fue usada la prueba de Chi-cuadrado, estableciendo diferencias de las Familias comunes en cada estación, siendo éste significativo cuando los valores de probabilidad (p) eran menores a 0.05 (Gómez, 1997).

Para determinar asociación entre la variable dependiente densidad de telarañas versus las variables independientes precipitación y temperatura se efectuó un Análisis de Regresión Lineal. Los datos utilizados corresponden a noviembre 2004 hasta mayo 2005. Para que la relación linear sea significativa el valor de probabilidad debe ser menor o igual a 0.05, el coeficiente de

determinación (r^2) cercano a 1 indica una relación lineal significativa entre las variables y cercano a 0 indican dispersión de los datos (Townend, 2003).

Se aplicó un Análisis de Varianza (ANOVA de dos-vías) para establecer el efecto de las estaciones del año y el tipo de área de estudio (bosque y plantación) en la densidad de arañas según sus telas, siendo significativo cuando la comparación estadística entrega valores de probabilidad menores a 0.05, cuando existían diferencias significativas se empleó la prueba de Tukey que establece entre cuales pares de los componentes estudiados se dan las diferencias (Townend, *op. cit.*).

Para probar en ANOVA de dos-vías y Regresión Lineal los supuestos de distribución normal y homogeneidad de varianza, se empleó la prueba de Kolmogorov-Smirnov y Levene respectivamente (Morales, 2005). Los datos de la variable densidad de telas de arañas por transecto (v_1) fueron transformados con la fórmula $\text{Log}(v_1 + 0.5)$.

4. RESULTADOS

4.1 TAXONOMÍA

De un total de 202 arañas recolectadas, 71 pertenecen a la plantación de eucalipto constituida por 3 familias (comunes al bosque) y 131 arañas al Bosque San Martín, pertenecientes a 7 familias, (Anexo).

A continuación se entregan los caracteres de las familias de arañas (Kaston, 1972) encontradas y las características de sus telarañas.

Familia Araneidae Simon, 1895: Características diagnósticas: fémur sin tricobotrias; cípeo más bajo que alto del área media ocular; con un tubérculo conspicuo en el quelícero. Esta familia construye redes orbiculares o simétricas (Kaston *op. cit.*).



Figura 6: Vista dorsal, Araneidae ♀.
(Escala en mm)



Figura 7: Vista dorsal, Araneidae ♂.
(Escala en mm)



Figura 8: Telaraña orbicular de araneido, apreciándose la araña al centro de la tela.



Figura 9: Telaraña orbicular de araneido, sobre el tronco de un árbol.

Familia Linyphiidae Blackwall, 1859: Clípeo más alto que el alto del área media ocular; quelíceros con un órgano estridulante; tibia del pedipalpo del macho sin apófisis; tibia IV en muchas especies con dos espinas dorsales, o si sólo hay una espina presente, entonces es corta sobre el metatarso I y II. Las telas construidas por esta familia son en plataforma, muchas veces con hilos dispuestos irregularmente por encima o debajo del armazón principal. (Levi y Levi, 1968).



Figura 10: Vista dorsal, Linyphiidae ♀.
(Escala en mm)



Figura 11: Vista dorsal, Linyphiidae ♀.
(Escala en mm)



Figura 12: Telaraña en plataforma de linyphiido, ubicándose la araña en el centro y por debajo de la tela.



Figura 13: Telaraña de linyphiido, encontrándose la araña al centro y por debajo de la tela.

Familia Uloboridae Thorell, 1869: Presentan cribelo al frente de las hilanderas y calamistrum en al metatarso IV; ojos homogéneos; ambas filas recurvadas, metatarso IV cóncavo anteriormente. Las telas de esta familia suelen tener formas orbiculares como Araneidae o de apariencia simétrica triangular (Levi y Levi, *op. cit.*).



Figura 14: Vista lateral, Uloboridae ♀. (Escala en mm)



Figura 15: Vista lateral, Uloboridae ♀. (Escala en mm)

Familia Amaurobiidae Thorell, 1870: Con cribelo y calamistrum; sin flecos de largos pelos alrededor del tubérculo anal; trocánteres sin muesca; tres uñas sin escópula; tarso con una fila dorsal de tricobotrias. Las telarañas que construyen son irregulares, siendo la tela de textura algodonosa (Gertsch, 1979).



Figura 16: Vista dorsal, Amaurobiidae ♀.
(Escala en mm)



Figura 17: Vista dorsal, Amaurobiidae ♂.
(Escala en mm)



Figura 18: Telaraña irregular de amaurobiido, refugiándose la araña entre la corteza del árbol.

Familia Anapidae Simon, 1895: Fémur sin tricobotrias; clípeo mucho más alto que el área ocular media; presentan cono labral y enditos; escudo fuertemente esclerotizado. Construyen telas simétricas horizontales con radios suplementarios y espirales pegajosas sobre el plano orbicular (Ramírez *et al.*, 2004).



Figura 19: Vista dorsal, Anapidae ♂.
(Escala en mm)



Figura 20: Vista dorsal, Anapidae ♀.
(Escala en mm)



Figura 21 y 22: Telarañas simétricas horizontales de anapidos, las pequeñas arañas se ubican en el centro de la tela la que se encuentra comúnmente asociada a troncos de árboles.

Familia Agelenidae C. L. Koch, 1837: Tarso con una fila de tricobotrias las que aumentan en longitud de proximal a distal. Hacen telarañas laminares las que muchas veces tienen en el centro un tubo que se dirige a su escondite (Levi y Levi, *op. cit.*).



Figura 23: Vista dorsal, Agelenidae ♀.
(Escala en mm)



Figura 24: Vista dorsal, Agelenidae ♀.
(Escala en mm)



Figura 25: Red de agelenido en un tronco de árbol.

Familia Nesticidae Simon, 1894: Tarso IV provisto de un peine tarsal serrado el cual puede estar pobremente desarrollado en machos; surco del quelícero dentado; labio rebordeado. Las arañas cuelgan en posición invertida en una red irregular (Kaston *op. cit.*).



Figura 26: Vista dorsal, Nesticidae ♀.
(Escala en mm)



Figura 27: Vista frontal Nesticidae ♀.
(Escala en mm)

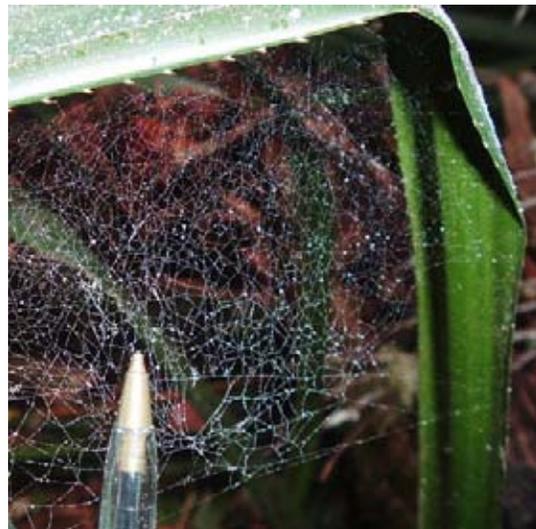


Figura 28: Tela de nesticido, la araña se esconde bajo el doblez de la hoja.

4.2 ANÁLISIS DE LOS DATOS

De un total de 202 individuos examinados, en el bosque San Martín fueron recolectadas 131 arañas de sus telas, distribuidas en siete familias, siendo numéricamente dominantes Araneidae (43%), Linyphiidae (25%), seguidas por Anapidae (13%) y Nesticidae (13%). Las familias menos representativas correspondieron a Agelenidae (2%), Uloboridae (2%) y Amaurobiidae (2%) (Fig. 29). En la plantación de eucalipto fueron recolectadas 71 arañas de sus telas, constituidas por 3 familias, de las cuales predominaron Linyphiidae (49%), Araneidae (41%) y la menos representativa fue Amaurobiidae (10%) (Fig. 30).

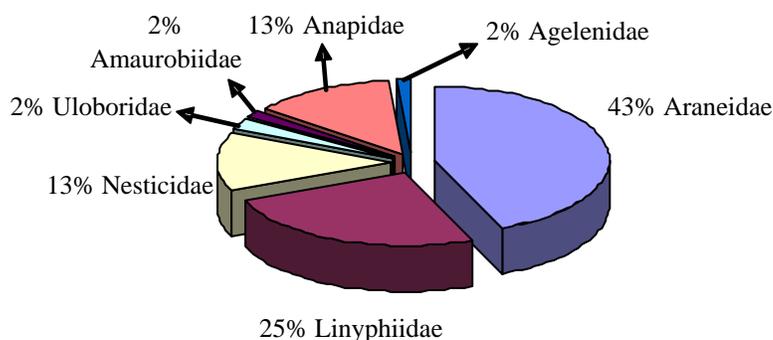


Figura 29: Abundancias relativas de las Familias de arañas recolectadas en el bosque San Martín.

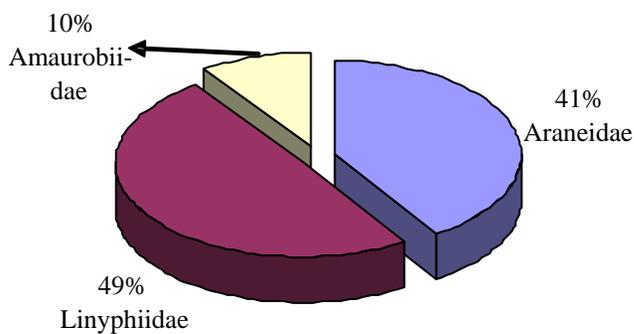


Figura 30: Abundancias relativas de las Familias de arañas recolectadas en la plantación de eucalipto.

En la prueba de Chi cuadrado (X^2) al comparar el número de arañas de las familias Araneidae, Linyphiidae, y Amaurobiidae, comunes a ambos sitios estudiados no se encontraron diferencias entre el bosque y plantación en ninguna de las estaciones (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación entre plantación y bosque para las tres familias comunes por estación del año.

Araneidae (bosque vs. plantación)	Chi-cuadrado	g. l.	p
Otoño	2.78	1	0.09
Invierno	0.05	1	0.81
Primavera	1.39	1	0.24
Verano	0.40	1	0.52
Linyphiidae (bosque vs. plantación)			
Otoño	1.33	1	0.25
Invierno	0.17	1	0.68
Primavera	0.65	1	0.42
Verano	0.21	1	0.64
Amaurobiidae (bosque vs. plantación)			
Otoño	3.53	1	0.06
Invierno	0.60	1	0.43
Primavera	1.50	1	0.22
Verano	0.93	1	0.33

En los análisis estadísticos presentados a continuación, a las variables densidad de arañas según telas, temperatura y precipitación, se les probó los supuestos de homogeneidad de varianza con la prueba de Levene (valor de prueba 0.375; $p = 0.54$) y distribución normal con la prueba de Kolmogorov-Smirnov (valor de la prueba 0.089; $p = 0.20$), entregando ambos probabilidades mayores que 0.05, por lo tanto ajustándose a los supuestos exigidos.

Los resultados del Análisis de Regresión Lineal indican que la densidad de telarañas no tiene relación lineal significativa con las variables temperatura ni precipitación para los meses registrados, tanto en el bosque San Martín ($F = 0.676$; $p = 0.558$) como en la plantación de eucalipto ($F = 0.006$; $p = 0.994$). Obteniéndose valores de r^2 muy cercanos a cero; 0.250 y 0.003 respectivamente (Anexo).

ANOVA de dos vías prueba un efecto del hábitat (bosque y plantación) sobre la densidad de telarañas ($F = 147.620$; $p = 0.000$) (Fig. 31). De igual forma se prueba un efecto de la variable estación del año sobre la densidad de telarañas ($F = 9.012$; $p = 0.00018$) (Fig. 32).

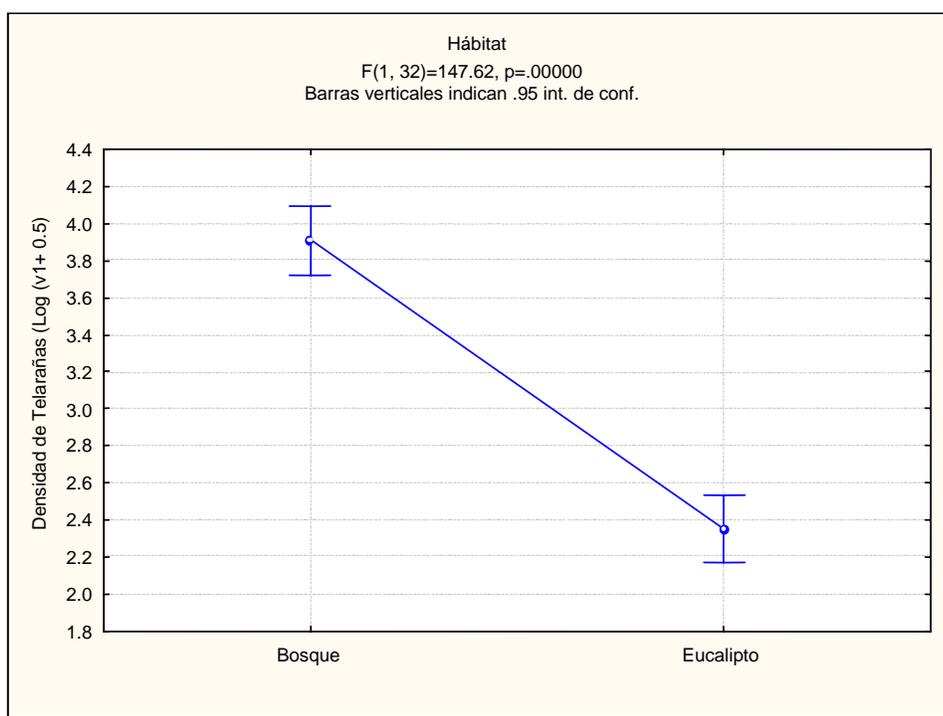


Figura 31: Efecto de los dos hábitat sobre la densidad [=Log (v1+0.5)] y su error estándar.

ANOVA de dos vías prueba diferencias significativas entre la densidad de telarañas de ambos sitios de estudio, siendo esta mucho mayor en el bosque San Martín que en la plantación de eucalipto.

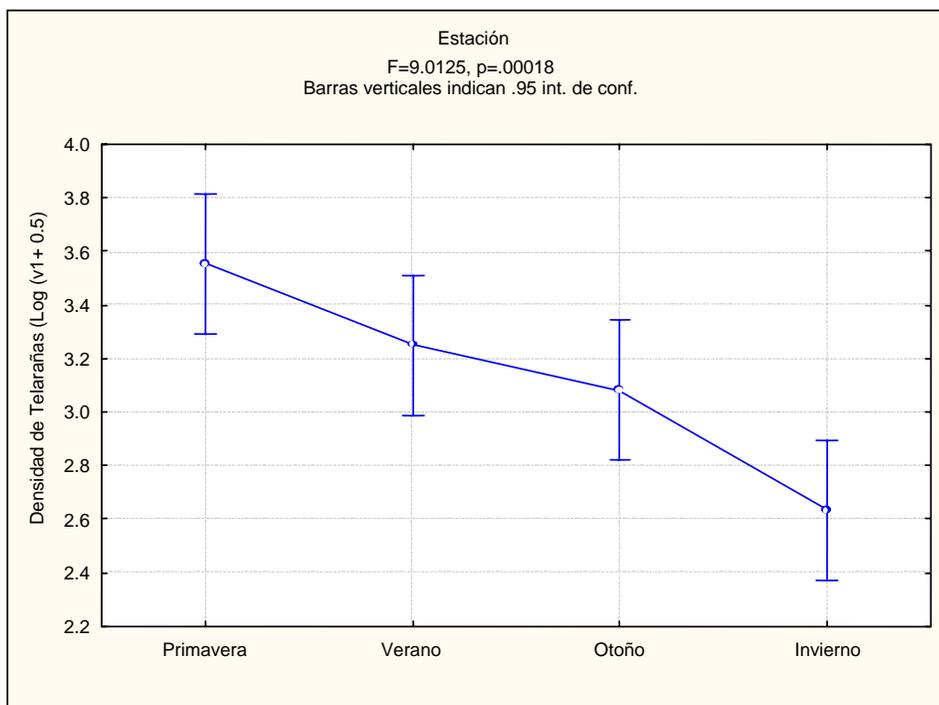


Figura 32: Efecto de las estaciones del año sobre la densidad [=Log (v1+ 0.5)] de telarañas en las y su error estándar.

De esta manera, la prueba de ANOVA de dos vías muestra el efecto de las distintas estaciones del año sobre las densidades de telarañas como se aprecia en el gráfico de ANOVA (Fig. 32) y la prueba de Tukey indica que estas diferencias son estadísticamente significativas entre primavera-invierno ($p = 0.0002$) y verano-invierno ($p = 0.0095$) (Tabla 2).

Tabla 2: Valores de la prueba Tukey mostrando diferencias significativas ($p < 0.05$).

Estación	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Primavera	---	0.35	0.06	0.0002
Verano		---	0.79	0.0095
Otoño			---	0.0819
Invierno				---

5. DISCUSIÓN

Las abundancias relativas de las arañas recolectadas como el número de familias encontradas en el bosque San Martín fueron significativamente mayores que en el monocultivo de eucalipto. Estas diferencias no se vieron reflejadas en las tres familias comunes a ambos sitios estudiados según la prueba de Chi cuadrado. Las densidades relativas de telas muestran ser mayores en el bosque que en la plantación, como lo indica el Análisis de Varianza. Los resultados obtenidos corroboran los de Stratton *et al.* (1979) en el que indican que la estructura vegetal es importante al determinar la composición de arañas arborícolas. Halaj *et al.* (*op. cit.*) prueban el efecto de la arquitectura del hábitat sobre una comunidad de arañas mencionando que las particularidades de los rasgos estructurales de hábitat permiten una mayor eficiencia depredatoria de estos organismos. Por su parte Ward y Lubin (1992) señalan la importancia en la estructura vegetal en ensamblajes de arañas incrementándose en hábitats más complejos. Los resultados obtenidos en este estudio apoyan lo sugerido por estos autores, ya que ellos valoran la estructura del hábitat y en este trabajo la estructura del hábitat correspondería a las distintas complejidades fenológicas del bosque y la plantación. De este modo, aunque en este estudio no se hizo un análisis de estratos, esta condición es un elemento importante al momento de analizar los resultados. Por ejemplo el bosque San Martín presenta diferentes formaciones boscosas autóctonas, apreciándose distintos pisos o estratos vegetacionales (Cárdenas, 1976), como el estrato superior formado por *Nothofagus oblicua* (Roble) y *Eucryphia cordifolia* (Ulmo); un estrato medio, conformado por *Aextoxicum punctatum* (Olivillo), *Laurelia sempervirens* (Laurel), *Laureliopsis phillipiana* (Tepa) y *Podocarpus saligna* (Mañío de hoja larga), *Podocarpus nubigena* (Mañío macho); un estrato inferior, integrado por *Drimys winteri* (Canelo), *Gevuina*

avellana (Avellano), *Amomyrtus luma* (Luma) y *Luma apiculata* (Arrayán); un estrato arbustivo, en el que es posible encontrar *Rhamnus diffusus* (Murta negra) y *Raphitamnus spinosus* (*Espino negro*); la quila (*Chusquea valdiviensis*); entre otras especies de árboles están *Lomatia dentata* (*Avellanillo*), *Lomatia ferruginea* (Juinque), *Embothrium coccineum* (Notro), *Lomatia hirsuta* (Rodal), etcétera. Por supuesto cada uno de estos estratos y especies vegetales tienen sus características estructurales particulares, como la forma y textura del tronco y ramas, tipos distintivos de hojas, cobertura vegetal, etc. Cabe destacar que según lo observado en el bosque San Martín, muchas de las telas se encontraron en concavidades de la superficie del tronco de los árboles, al interior de troncos podridos, en los distintos tipos de ramas, debajo de hojas, especialmente en plantas como el “Chupón” (*Greigia sphaceolata*), que ofrece por sus características una gran cantidad de refugios donde pueden habitar arañas, entre muchos otros artrópodos. Por otro lado la plantación por su condición de monocultivo, presenta una estructura mucho más simple que el bosque, ya que la vegetación al interior es muy exigua. En la plantación la mayor parte de las telas observadas se encontraban entre rama y tronco del eucalipto, sólo algunas telas de tipo orbicular se ubicaron en las ramas, probablemente su escasez se deba a que la estructura de la rama es muy endeble y por tanto hace menos viable la telaraña, otras pocas redes se encontraron en las escasas plantas al interior de la plantación, como la zarzamora. Los resultados de este estudio se contraponen con lo encontrado por Covarrubias (1993) quien describe una mayor frecuencia de arañas en un monocultivo de *Pinus radiata* que en un bosque nativo.

Las diferencias encontradas entre bosque y plantación no pueden ser explicadas por las variables climáticas precipitación y temperatura, según el Análisis de Regresión Lineal realizado. Probablemente otras variables como velocidad del viento y humedad (Stratton *et al.*, *op. cit.*)

tendrían un mayor efecto en las densidades de arañas constructoras de redes, o bien la depredación, pues como señala Halaj *et al.* (*op. cit.*) las arañas se incrementan en hábitats más complejos ya que estos proporcionarían mayor protección frente a depredadores como las aves y como ha sido descrito anteriormente, la complejidad estructural del Bosque San Martín es mucho mayor que en la plantación de eucalipto.

En relación a las variaciones estacionales en un ciclo anual, los análisis de ANOVA y Tukey mostraron diferencias estacionales, existiendo un incremento en primavera de las densidades de arañas constructoras de redes el que va decayendo hasta invierno, presentando primavera-invierno y verano-invierno las mayores diferencias. Zapfe (1961a) señala dos óptimos en Junio y Noviembre para la zona central chilena y Zapfe, (1961c) describe dos máximos poblacionales de arañas, uno en otoño y otro en primavera en el valle del Río Mapocho. El máximo en primavera registrado en este trabajo coincide con los óptimos de primavera registrados por Zapfe (*op. cit.*). Por su parte Henríquez (1979) en el bosque San Martín, no registra variaciones estacionales para Araneae y si las hay son tenues. Situación similar fue apreciada por Saiz y Calderón (1976), quienes describieron uniformidad en las variaciones temporales de las arañas del bosque hidrófilo del Parque Nacional Fray Jorge. Los resultados de este trabajo discrepan con lo encontrado por estos autores, ya que sí fueron registradas variaciones estacionales durante el año de estudio.

Finalmente es posible concluir:

- Existen diferencias en la diversidad y abundancia de la aracnofauna constructora de redes entre el bosque San Martín y una plantación de eucalipto.

- Se observan variaciones estacionales en las arañas tejedoras, existiendo una mayor densidad en primavera y una disminución paulatina hasta invierno.

- Existen diferencias estadísticamente significativas entre primavera-invierno y verano-invierno.

- En el bosque San Martín se encontraron las familias Uloboridae, Anapidae, Agelenidae, Nesticidae, Linyphidae, Araneidae, Amauroubidae; siendo halladas estas tres últimas familias en la plantación.

- No existe asociación entre la densidad de arañas según sus telas y las variables climáticas de precipitación y temperatura para los meses analizados.

- Ambas hipótesis son rechazadas, puesto que existen diferencias entre la aracnofauna constructora de redes asociada al bosque nativo San Martín y una plantación de eucalipto y se encontraron diferencias estacionales en las arañas constructoras de redes durante el año de estudio.

- Las diferencias encontradas entre el Bosque Experimental San Martín y una plantación de eucalipto muestran como en un sistema antrópicamente intervenido, se ve afectada la aracnofauna arborícola, debido a cambios en la estructura y composición de hábitats nativos.

6. LITERATURA CITADA

Aguilera, M. (2002). Diversidad de arañas en dos especies de árboles nativos del Parque Botánico Pedro del Río Zañartu (Hualpén), Concepción, VIII Región, Chile. Tesis, Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas. Univ. de Concepción, 40 pp.

Armesto, J., Rozz, R. y León, P. (1995). Ecología de los bosques chilenos; Síntesis y proyecciones. En: Armesto, J., Villagran, C. y Arroyo, M. (eds). Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 470 pp.

Calderón, R. (1974). Araneae del Parque Nacional “Vicente Pérez Rosales”. Anales del Mus. de Hist. Nat. 7: 269-283.

Cárdenas, R. (1976). Flora y vegetación del fundo “San Martín”, Valdivia; Chile. Tesis, Escuela de Ciencias, Facultad de Ciencias. Univ. Austral de Chile. Valdivia, 96 pp.

Covarrubias, R. (1993). Comparación de fauna de microartrópodos entre bosque nativo y plantaciones de *Pinus radiata* de reemplazo, en biotopos equivalentes. Acta Ent. Chilena 18: 41-51.

Duffey, E. (1966). Ecology and habitat structure (Arach., Araneae). Senckenb. Biol. 1:45-49.

Estades, C. y Escobar, M. A. (2005). Los ecosistemas de las plantaciones de pino de la cordillera de la Costa. En: Smith, C., Armesto, J. y Valdovinos, C. (eds). Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 708 pp.

Gertsch, W. J. (1979). American spiders. Van Nostrand Reinhold Company. New York. 274 pp.

Gómez, H. (1997). Estadística experimental aplicada a las ciencias agrícolas. Imprenta Universidad Nacional. Santafé de Bogotá. 571pp.

Halaj, J., Ross, D. y Moldenke, A. (2000). Importance of habitat structure to the arthropod food-web in Douglas-fir canopies. *Oikos* 90:139-152.

Henríquez, V. (1979). Variación anual del componente animal en el bosque nativo. Tesis, Escuela de Ciencias, Facultad de Ciencias. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 117pp.

Kaston, B. J. (1972). How to Know the Spiders. 3° Ed. Wm. C. Brown Company Publishers, Iowa. 289 pp.

Lara, A., Donoso, C. y Aravena, J.C. (1995). La conservación del bosque nativo de Chile; Problemas y desafíos. En: Armesto, J., Villagran, C. y Arroyo, M. (eds). Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria. Santiago de Chile. 470 pp.

Levi, H. y Levi I, L. (1968). Spiders and their kin – A golden Nature Guide. Golden Press. New York. 160 pp.

Morales, M. (2005). Diseño experimental a través del Análisis de Varianza y Modelo de Regresión Lineal. Andros Impresores. Santiago de Chile. 248 pp.

Ramírez, M. J., Lopardo, L. y Platnick, N. I. (2004). Notes on Chilean Anapids and Their Webs. Am. Mus. Novit., 3428:1-13.

Riechert, S. E. y Lockley, T. (1984). Spiders as biological control agents. Ann. Rev. Entomol. 29: 299-320.

Robinson, M. H. (1983). Aracnología Neotropical: Aspectos Históricos, Ecológicos y Evolutivos. En: Aguilar P. G. (ed) Informe Final Noveno Congreso Latinoamericano de Zoología Arequipa-Perú: 75-87. Pacific Press S.A., Lima.

Rupperts, E. E. y Barnes, R. D. (1996). Zoología de Invertebrados. 6ª Ed. McGraw-Hill Interamericana. México. 1114 pp.

Saiz, F. y Calderón, R. (1976). Investigaciones ecológicas sobre las arañas del Parque Nacional “Fray Jorge”. An. Museo Hist. Nat. de Valp. 9: 65-72.

Solervicens, J. y Elgueta, M. (1989). Entomofauna asociada al matorral costero del norte chico de Chile. *Acta Ent. Chilena*. 15: 91-122.

Stratton, G. E, Uetz, G. W. y Dillerery, D. G. (1979). A comparison of the spiders of three coniferous tree species. *The Journ. of Arachnol*. 6: 219-226.

Townend, J. (2003). *Practical statistics for environmental and biological scientists*. John Wiley and Son; LTD. England. 276 pp.

Turnbull, A. L. (1973). Ecology of the true spiders. *Annu. Rev. Entomol*. 18: 305-348.

Ward, D. y Lubin, Y. (1992). Temporal and spatial segregation of web-building in a community of orb-weaving spiders. *The Journ. of Arachnol*. 20:73-87.

Zapfe, H. (1961a). Distribución ecológica de Araneae en la Quebrada de la Plata, La Rinconada, Maipú. *Inv. Zool. Chilenas*. 7:125-128.

Zapfe, H. (1961b). Biogeografía de las arañas en Chile. *Inv. Zool. Chilenas*. 7:133-136.

Zapfe, H. (1961c). Distribución altitudinal de Araneae en el valle del Río Mapocho. Maipú. *Inv. Zool. Chilenas*. 7: 129-132.

7. ANEXO

Tabla 3. Número de arañas constructoras de redes por familias y mes en el Bosque San Martín.

	Araneidae	Linyphiidae	Nesticidae	Uloboridae	Amauroubiidae	Anapidae	Agelenidae
NOV	4	4	1	1	0	0	0
DIC	8	5	2	0	1	0	0
ENE	5	2	1	1	0	0	0
FEB	1	2	1	1	0	0	0
MAR	3	1	0	0	0	0	0
ABR	7	3	5	0	0	0	0
MAY	8	2	1	0	0	3	0
JUN	2	1	1	0	0	5	0
JUL	7	6	0	0	0	5	1
AGO	2	3	1	0	0	4	0
SEP	4	2	0	0	1	0	1
OCT	6	2	4	0	0	0	0

Tabla 4. Número de arañas constructoras de redes por familias y mes en la plantación de eucalipto.

	Araneidae	Linyphiidae	Amauroubiidae
NOV	2	2	0
DIC	2	3	0
ENE	3	4	0
FEB	0	2	0
MAR	4	1	1
ABR	6	5	3
MAY	2	4	1
JUN	2	3	0
JUL	3	4	0
AGO	2	2	0
SEP	2	2	0
OCT	1	3	2

Tabla 5. Densidades de arañas constructoras de redes según telas en el Bosque San Martín.

Bosque	TRANS 1	TRANS 2	TRANS 3	TRANS 4	TRANS 5	TRANS 6	TRANS 7	TRANS 8	TRANS 9	TRANS 10
NOV	20	15	25	14	9	12	17	16	14	9
DIC	24	25	12	14	27	25	13	14	18	13
ENE	27	11	6	7	12	15	21	22	11	11
FEB	22	4	3	4	15	13	12	11	14	10
MAR	4	2	11	5	4	7	0	3	5	5
ABR	15	5	5	11	10	4	13	8	10	13
MAY	6	8	6	9	3	5	7	7	3	6
JUN	6	13	4	2	3	7	5	3	11	8
JUL	7	3	5	6	3	6	4	3	4	4
AGO	3	4	5	3	3	0	6	3	5	3
SEP	3	2	2	2	7	8	5	0	2	1
OCT	7	15	10	10	11	7	12	4	6	13

Tabla 6. Densidades de arañas constructoras de redes según telas en una plantación de eucalipto.

Plantación	TRANS 1	TRANS 2	TRANS 3	TRANS 4	TRANS 5	TRANS 6	TRANS 7	TRANS 8	TRANS 9	TRANS 10
NOV	3	5	3	1	2	4	0	5	0	5
DIC	4	5	3	0	2	1	7	3	0	2
ENE	0	1	1	3	2	4	0	1	3	5
FEB	7	4	0	3	2	0	0	0	0	1
MAR	4	0	1	1	3	0	1	1	0	6
ABR	7	3	3	2	1	1	2	0	2	4
MAY	4	3	1	2	0	1	0	2	1	2
JUN	5	0	2	2	1	0	5	2	1	1
JUL	4	2	3	1	3	1	0	4	2	0
AGO	1	2	1	2	3	0	1	0	2	0
SEP	2	1	0	0	0	1	1	2	1	0
OCT	3	5	2	1	1	3	0	1	2	1

Tabla 7. Datos meteorológicos de temperatura y precipitación para Valdivia entregados por la Estación Climatológica “Teja” de la Universidad Austral de Chile.

	t° media (° C)	Media Hist.	Precipitación (mm)	Media Hist.
NOV	14.2	13.8	107.8	104.5
DIC	15.6	15.8	126.5	89.9
ENE	16.6	17	49.1	61.5
FEB	19.1	16.7	3	58.1
MAR	14.5	14.8	142.3	83.1
ABR	11.3	12.1	59.6	160.1
MAY	9.5	10.1	785.1	331.7

Tabla 8. ANOVA para el Análisis de Regresión Lineal del bosque San Martín.

ANOVA	Suma de cuadrados	g. l.	Media de cuadrados	F	p
Regresión	3844.86	2	1922.43	0.6766	0.5583
Residual	11364.86	4	2841.21		
Total	15209.71				
$r^2 = 0.25$					

Tabla 9. ANOVA para el análisis de regresión para la plantación de eucalipto.

ANOVA	Suma de cuadrados	g. l.	Media de cuadrados	F	p
Regresión	0.46	2	0.23	0.0059	0.9941
Residual	157.25	4	39.32		
Total	157.71				
$r^2 = 0.003$					

Tabla 10. ANOVA de dos vías para probar efecto del hábitat (bosque y plantación) y estación del año sobre la variable densidad de telarañas.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F	p
Intercepto	391.78	1	391.78	2383.40	0.00000
hábitat	24.27	1	24.27	147.62	0.00000
estación	4.44	3	1.48	9.01	0.00018
hábitat*estación	0.76	3	0.25	1.54	0.22
Error	5.26	32	0.16		

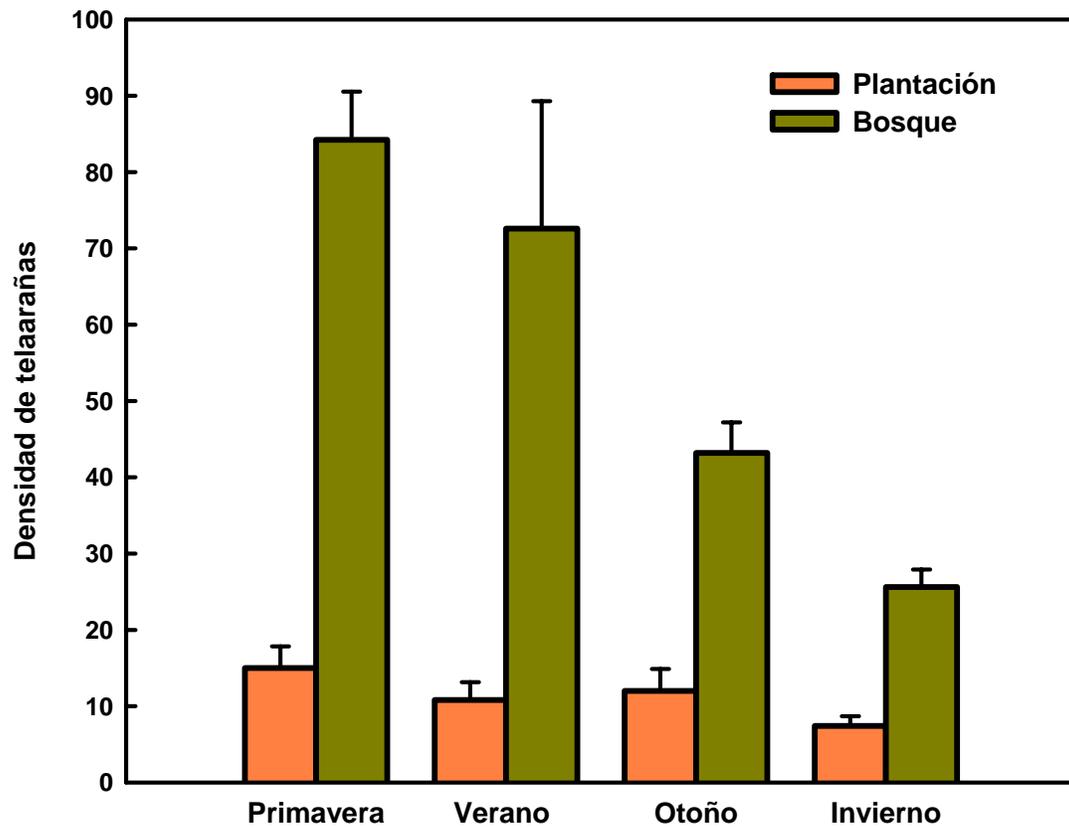


Figura 33: Gráfico densidad y error estándar de arañas según telas por estación del año, en ambos sitios de estudio.