

Proyecto n°075/2011 "Plantas trepadoras y epifitas vasculares en bosques pantanosos del borde costero de La Araucanía: determinación de especies y áreas de conservación". Investigador responsable: Jimmy Pincheira, Co-investigador: Fernando Peña



Informe final:

Proyecto N°075/2011: "Plantas trepadoras y epifitas vasculares en bosques pantanosos del borde costero de La Araucanía: determinación de especies y áreas de conservación".



Investigador responsable: MSc. Jimmy Pincheira Ulbrich.
Co-investigador: Dr. Fernando Peña Cortés.

Contenido

Presentación	4
Resumen	5
1. Introducción	7
1.1. La clasificación de las especies en Chile	7
1.2. Bases para conservar sitios prioritarios en el borde costero de La Araucanía	8
2. Materiales y métodos	9
2.1. Área de estudio	9
2.2. Selección de los sitios de muestreo	10
2.3. Muestreo de epifitas vasculares y plantas trepadoras	10
Objetivo específico 1: Cuantificar la riqueza y frecuencia de plantas trepadoras y epifitas vasculares en el bosque pantanoso del borde costero de La Araucanía.	11
2.4. Riqueza y composición florística de plantas trepadoras y epifitas vasculares	11
2.5. Tamaño de la población y frecuencia de ocurrencia de plantas trepadoras y epifitas vasculares	12
Objetivo específico 2: Relacionar el efecto de la estructura del hábitat de bosque pantanoso con la riqueza de especies de plantas trepadoras y epifitas vasculares considerando el diámetro de los árboles, su identidad taxonómica y los niveles de luminosidad.....	12
2.6. Correlación entre el diámetro del forofito y la riqueza de especies de plantas trepadoras y epifitas vasculares	12
2.7. Asociación entre los niveles de luminosidad, riqueza y abundancia de plantas trepadoras y epifitas vasculares	13
2.8. Selectividad de forofitos por las plantas trepadoras y epifitas vasculares	13
2.9. Evaluación de calidad de hábitat	14
Objetivo específico 3: Determinar los cambios espaciales en composición florística entre los fragmentos de bosque pantanosos a escala de paisaje.....	15
2.10. Análisis de la relación entre el tamaño de fragmento y la diversidad	15
2.11. Análisis del anidamiento espacial de la composición de especies	16
2.12. Criterios de amenaza de la UICN para la clasificación de especies de plantas trepadoras y epifitas vasculares a escala local	17
2.13. Modelos de presión antrópica (amenaza)	19
2.14. Criterios para la selección de sitios prioritarios para la conservación de trepadoras y epifitas vasculares	20
2.15. Presencia de plantas trepadoras y epifitas vasculares en el SNASPE	22
3. Resultados	23

Objetivo específico 1: Cuantificar la riqueza y frecuencia de plantas trepadoras y epifitas vasculares en el bosque pantanoso del borde costero de La Araucanía.	23
3.1. Riqueza y composición florística de plantas trepadoras y epifitas vasculares	23
3.2. Tamaño de la población y frecuencia de ocurrencia de plantas trepadoras y epifitas	23
Objetivo específico 2: Relacionar el efecto de la estructura del hábitat de bosque pantanoso con la riqueza de especies de plantas trepadoras y epifitas vasculares considerando el diámetro de los árboles, su identidad taxonómica y los niveles de luminosidad.....	24
3.3. Correlación entre el diámetro del forofito y la riqueza de especies de plantas trepadoras y epifitas vasculares	24
3.4. Asociación entre los niveles de luminosidad, riqueza y abundancia de plantas trepadoras y epifitas vasculares	26
3.5. Selectividad de forofitos por las plantas trepadoras y epifitas vasculares	29
3.6. Evaluación de calidad de hábitat	31
Objetivo específico 3: Determinar los cambios espaciales en composición florística entre los fragmentos de bosque pantanosos a escala de paisaje.....	32
3.7. Análisis de la relación entre el tamaño de fragmento y la diversidad	32
3.8. Análisis del anidamiento espacial de la composición de especies	37
3.9. Listado de especies amenazadas según criterios UICN	39
3.10. Modelos de presión antrópica (amenaza)	39
3.12. Presencia de plantas trepadoras y epifitas vasculares en el SNASPE	52
DISCUSIÓN	53
RECOMENDACIONES	56
AGRADECIMIENTOS	57
Minuta de correcciones del Proyecto N°075/2011:.....	66

ANEXOS

Presentación

El presente informe da cuenta de los resultados finales del **Proyecto N°075/2011: “Plantas Trepadoras y Epifitas Vasculares en Bosques Pantanosos del Borde Costero de La Araucanía: Determinación de especies y áreas de Conservación”** adjudicado el año 2011 en el marco del Fondo de Investigación del Bosque Nativo administrado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF). El proyecto planteó como **objetivo general** “analizar el estado de conservación de especies de plantas trepadoras y epifitas vasculares en el bosque pantanoso del borde costero de La Araucanía a través de la cuantificación de la diversidad de sus poblaciones para proponer especies y áreas a conservar”. Para lograr este objetivo se plantearon tres **objetivos específicos**: i) cuantificar la riqueza y frecuencia de plantas trepadoras y epifitas vasculares en el bosque pantanoso del borde costero de La Araucanía, ii) relacionar el efecto de la estructura del hábitat de bosque pantanoso con la riqueza de especies de plantas trepadoras y epifitas vasculares considerando el diámetro de los árboles, su identidad taxonómica y los niveles de luminosidad, y iii) determinar los cambios espaciales en composición florística entre los fragmentos de bosque pantanosos a escala de paisaje.

En este documento se incluye una serie análisis de diversidad a escala de hábitat y de paisaje y se presentan los antecedentes que fundamentan tanto la propuesta de la clasificación de especies en alguna de las categorías de conservación propuestas por la UICN (2001) y el Reglamento Para la Clasificación de Especies Silvestres Según Estado de Conservación (Decreto 29 de 2012) como la propuesta de los sitios prioritarios de conservación.

Resumen

Se analizó el estado de conservación de plantas trepadoras y epifitas vasculares en 30 fragmentos de bosque pantanoso en el borde costero de la Región de La Araucanía. El método se basó en la cuantificación de la riqueza, abundancia y composición florística mediante el uso de transectos con una aproximación observacional desde la base del suelo. A escala de hábitat se evaluó el efecto del diámetro de los árboles a la altura del pecho (DAP), la apertura del dosel (%) y la selectividad de la comunidad de plantas sobre las especies forofitas. A escala de paisaje, se evaluó el efecto del tamaño de los fragmentos y el grado de anidamiento de la composición de especies. Adicionalmente se evaluaron formas de presión sobre el bosque, como la distancia a caminos y la división predial.

Los resultados mostraron una alta riqueza con 46 especies. De estas 17 son trepadoras, 17 epifitas, 4 parásitas, 4 árboles, 2 arbustos y 2 hierbas perennes. Estas últimas tres categorías corresponden a individuos encontrados accidentalmente como epifitos. La familia Hymenophyllaceae fue la más frecuente con 11 especies. Se cuantificó un total de 45.556 registros de abundancia, de éstos 42.370 fueron frondas y 3.095 tallos. Las especies más comunes en el paisaje fueron *Cissus striata* y *Boquila trifoliolata* presentes en 27 de los 30 fragmentos. Por su parte, *Hymenophyllum plicatum* e *Hymenophyllum caudiculatum* fueron las especies más abundantes con 10.381 y 7.956 frondas, respectivamente.

Se determinaron 13 especies amenazadas localmente bajo los criterios de la UICN (2001) y el Reglamento Para la Clasificación de Especies Silvestres Según Estado de Conservación (Decreto 29 de 2012). De este grupo, se clasificaron tres especies en peligro de extinción (EN): *Griselinia racemosa*, *Serpyllopsis caespitosa* y *Ercilla* sp.; y 10 especies como vulnerables (VU): *Antidaphne punctulata*, *Dioscorea auriculata*, *Galium hypocarpium*, *Grammitis magellanica*, *Hydrangea serratifolia*, *Hymenoglossum cruentum*, *Hymenophyllum cuneatum*, *Hymenophyllum pectinatum*, *Hymenophyllum secundum* y *Notanthera heterophylla*.

A escala de hábitat, el incremento del diámetro promedio de los árboles ejerció un efecto débil pero significativo sobre la riqueza de epifitas y trepadoras, mientras que el incremento de la apertura del dosel no ejerció efectos significativos. Sin embargo, los actuales umbrales de apertura del dosel (13%-27%) mantienen la riqueza y abundancia de las especies.

Se identificaron 14 especies arbóreas, sobre éstas la comunidad de plantas se encontró en mayor proporción (abundancia) a lo esperado sobre *Drimys Winteri* y otros sustratos como troncos en descomposición (escasos en el hábitat), sin embargo en términos absolutos *Myrceugenia exsucca* y *Blepharocalyx cruckshanksii* sostienen más del 60% de la abundancia de plantas, cuya composición de especies no se diferenció significativamente entre los diferentes sustratos.

La diversidad de especies tendió a incrementarse gradual y significativamente con el tamaño de los fragmentos de bosque ($p < 0,05$) y se comprobó un patrón anidado de la composición de especies en el paisaje que fue más definido para epifitas. El 55% de la superficie del bosque pantanoso se distribuyó en 473 predios de pequeños propietarios y sólo el 6% se localizó a más de 1000 m de caminos. Considerando los niveles de diversidad obtenidos en este estudio, la relación positiva con el tamaño del fragmento, el patrón de anidamiento de la composición de especies y el análisis espacial de la distancia a caminos y división predial, parece pertinente priorizar los fragmentos de bosque pantanoso de mayor tamaño: 936 ha, 155 ha, 133 ha, 86 ha y 50 ha.

Se concluye que es urgente contribuir en forma concreta a la conservación de los últimos remanentes de bosque pantanoso, por lo que se recomienda establecer un plan de conservación específico donde se considere el monitoreo de las poblaciones, así como un plan de gestión que coordine acciones e instituciones en pro de la conservación de este sistema natural fragmentado y frágil.

Palabras claves: diversidad biológica, paisaje cultural, ecosistema forestal, plantas vasculares, composición florística, helechos película, estructura del hábitat.

1. Introducción

1.1. La clasificación de las especies en Chile

En Chile, la primera iniciativa del Estado para clasificar las especies de plantas vasculares en algún nivel de amenaza, quedó plasmado en el Libro Rojo de la flora terrestre de Chile publicado en el año 1989 (Benoit 1989 a y b). En esta obra basada en opinión de expertos se catalogó sólo una especie de trepadora (i.e. *Berberidopsis corallina* Hook. f.), una hemiepífita (*Pseudopanax laetevirens* (Gay) Franch.) y siete epifitas (principalmente *Hymenophyllum spp.*). Más tarde, en respuesta a la deficiente protección de la flora y fauna evidenciada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE 2005), se aprueba el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (Decreto Supremo 75 de 2005) que entra en operación en el año 2007, permitiendo iniciar el primer proceso oficial en esta materia. El Reglamento fue luego reemplazado en el año 2012, por el actual Reglamento Para la Clasificación de Especies Silvestres Según Estado de Conservación (Decreto 29 de 2012), lo cual responde a la nueva institucionalidad ambiental instaurada desde el año 2010 (Ley 20.417 de 2010). Ambos reglamentos facilitaron la participación ciudadana y de expertos, y hasta su noveno proceso se habían clasificado 1.011 especies de plantas vasculares en el territorio nacional. Dentro de este grupo, 23 epifitas endémicas del bosque templado (principalmente helechos película de la familia Hymenophyllaceae) se suman al trabajo inicial de Benoit (1989), sin embargo ninguna trepadora fue clasificada para estos ecosistema (con excepción de *Berberidopsis corallina* que fue recategorizada). Cabe notar que este importante esfuerzo de clasificación se ha sustentado en datos no cuantitativos, por lo cual se desconoce el tamaño de las poblaciones para la mayoría de las especies (para una excepción véase a Ricci 1996).

En este marco, la clasificación informada de los taxa, debe efectuarse dentro de alguna de las siete categorías de conservación propuesta por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN 2001). Los criterios de la IUCN (2001) fueron desarrolladas para clasificar las especies en alto riesgo de extinción a nivel mundial, sin embargo los espacios locales o regionales con un gran número de especies endémicas y marcada insuficiencia general de datos biológicos, resultan pertinentes para aplicar dichos criterios (IUCN 2012). De particular interés son los espacios con ecosistemas singulares o con presencia de culturas ancestrales, donde el uso de la biodiversidad es parte de su cosmovisión (e.g., Catriquir et al. 2005). En Chile, el borde costero de la Región de La Araucanía constituye un espacio biogeográficamente

delimitado, altamente degradado, localizado fuera de las áreas silvestres protegidas del Estado, y con una importante presencia de población mapuche (indígenas). Aquí uno de los ecosistemas más importantes en términos culturales y de biodiversidad son los humedales de agua dulce o bosques pantanosos (“hualves”), que aún se mantienen como remanentes de la degradación del paisaje dentro de una matriz agropecuaria y de plantaciones forestales (Peña-Cortés et al. 2011, Correa-Araneda et al. 2011).

1.2. Bases para conservar sitios prioritarios en el borde costero de La Araucanía

Una aproximación clásica para orientar las decisiones de conservación en el espacio se basa en el planteamiento de la covariación entre el tamaño de islas (o fragmentos de hábitats) y la riqueza de especies (hipótesis del área per se), donde el número de especies resulta del balance de las tasas de inmigración y extinción. Así fragmentos pequeños sostendrían relativamente pocas especies dada las mayores tasas de extinción, mientras que fragmentos grandes mantendrían una riqueza mayor de especies y menor tasa de extinción (MacArthur y Wilson 2001). El efecto del tamaño del fragmento ha sido estudiado ampliamente en diferentes taxa, incluido plantas vasculares (e.g., Bustamante y Castor 1998, Cagnolo et al. 2006, Echeverría et al. 2007, Pincheira-Ulbrich et al. 2009 y 2012).

El énfasis de la hipótesis del área per se, está puesta en la predicción del número de especies y no en la identidad taxonómica de estas especies, por tanto si bien el tamaño de los fragmentos podría ser un buen predictor de la riqueza, poco puede inferirse sobre la composición de los ensambles. Al respecto, parece pertinente evaluar la hipótesis de anidamiento sobre la misma base de datos (Ulrich et al. 2009, Ulrich et al. 2012). Se espera que bajo un patrón anidado la composición de especies de pequeños ensambles (fragmentos pequeños) sea un subconjunto anidado de la composición de especies de grandes ensambles (fragmentos grandes), patrón que reflejaría la secuencia ordenada de extinciones (Patterson and Atmar 1986). Así, fragmentos pequeños selectivamente perderían especies especialistas de hábitat con baja abundancia. Estas especies tendrían mayores posibilidades de sobrevivir en grandes fragmentos y/o menos aislados.

Considerando la potencial importancia del tamaño del hábitat en la dinámica de extinción-colonización de las plantas trepadoras y epifitas vasculares y el alto nivel de fragmentación de los bosques pantanosos, en este Informe se presenta los resultados del levantamiento

florístico, la evaluación del estado de conservación de ambos grupos de plantas y los espacios con mayor prioridad de conservación en los bosques pantanosos del borde costero de La Araucanía.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

El área de estudio forma parte del borde costero de la Región de La Araucanía en Chile (Figura 1), localizándose entre los 38° 30' y los 39° 30' de Latitud Sur y los 72° 45' y los 73° 30' de Longitud Oeste, el cual fue delimitado por Peña-Cortés et al. (2011). El clima es oceánico con influencia mediterránea (Di Castri y Hajek 1976), con un promedio anual de precipitaciones de 1200 mm a 1600 mm. El territorio se caracteriza por un paisaje antropizado con extensas llanuras fluviaomarinas, en las que se manifiestan diversos tipos de humedales (Peña-Cortes et al. 2006). En este territorio, coexisten propietarios agro-silvícolas con numerosas comunidades mapuche (personas indígenas) en una zona caracterizada por una alta división predial, altos índices de pobreza y ruralidad (Gissi 2004, Peña-Cortes et al. 2009).

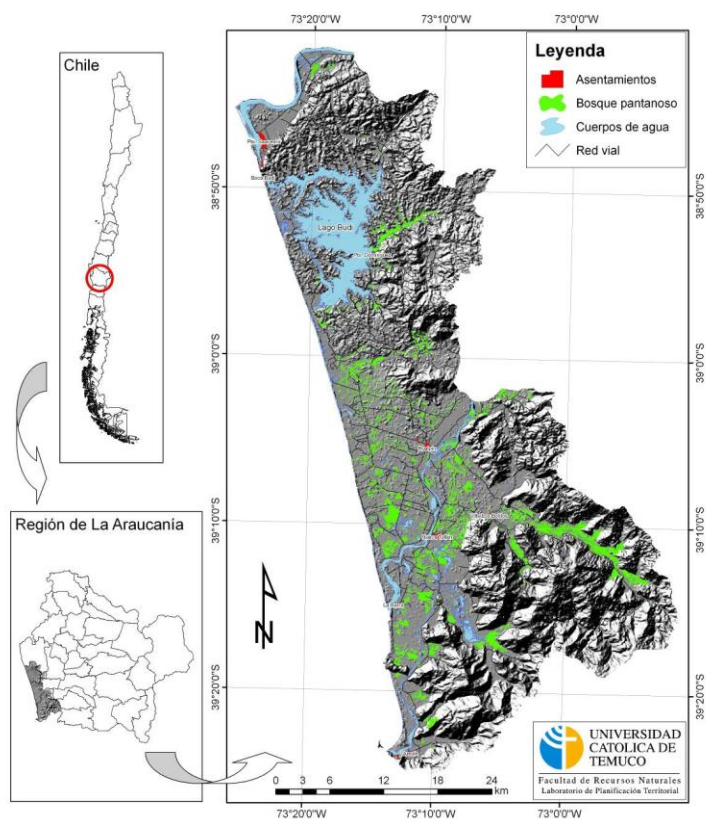


Figura 1. Área de estudio en el borde costero de La Araucanía

2.2. Selección de los sitios de muestreo

En laboratorio, el área de estudio se dividió primero en siete grandes zonas que se ajustaron a las principales cuencas hidrográficas (Budi, Chelle, Toltén, Boldo, Boroa y Queule), de modo de asegurar la representatividad de la distribución del bosque pantanoso en el territorio. Luego, sobre una imagen satelital obtenida con el programa Google Earth, se sobrepuso la capa digital del bosque elaborada por Peña-Cortés et al. (2011) y sobre esta una red de 2,5 km por 2,5 km utilizando el programa ArcGis. La red, facilitó la actualización de la distribución del bosque, la delimitación de los sitios, el recalcado de las superficies, y la eliminación de áreas de bosque actualmente ausentes (e.g. taladas o drenadas). Posteriormente, los fragmentos de bosque se agruparon en cinco clases de tamaño (superficie en hectáreas): > 50 ha, 10 ha > a < 50 ha, 2 ha > a < 10 ha, 0,5 ha > a < 2ha y < a 0,5 ha. Arbitrariamente, se seleccionaron los siete fragmentos de mayor tamaño (> 50ha) y se aleatorizó la selección de 6 fragmentos dentro las otras clases, con excepción de la clase 0,5 ha > a < 2ha donde solo se encontraron 5 fragmentos. Esto arrojó un total de 30 fragmentos de bosque distribuidos en toda el área para el muestreo en campo.

2.3. Muestreo de epifitas vasculares y plantas trepadoras

El levantamiento de datos se efectuó entre los años 2011 y 2013 y tomó 30 días efectivos en campo. El muestreo se ajustó a un protocolo observacional desde la base del suelo (Flores-Palacios y García-Franco 2001), utilizando un transecto orientados desde el borde hacia el centro del fragmento de bosque (Brower et al. 1990). En cada transecto se establecieron cuadrantes circulares de tres metros de diámetro ($7,06 \text{ m}^2$), manteniendo una distancia de a lo menos 10 metros entre cuadrantes. Posteriormente, los cuadrantes fueron georeferenciados y en el centro del cuadrante se tomó una fotografía hemisférica sobre un trípode a 1 m desde la base del suelo para calcular la apertura del dosel. Por razones logísticas (i.e. accesibilidad, costo y tiempo), se establecieron y georeferenciaron 180 cuadrantes dentro de toda la distribución del bosque pantanoso donde la intensidad de muestreo fue variable y dependió del tamaño del fragmento y de la riqueza de especies acumulada registrada en terreno. De este se modo se determinó un mínimo de tres cuadrantes en fragmentos pequeños (< 1 ha) y un máximo de 18 cuadrantes para el fragmento de mayor tamaño (936 ha). A lo largo de la línea del transecto se registró la presencia de todas las especies de plantas trepadoras, epifitas vasculares, epifitas vasculares accidentales, hemiparásitas y plantas introducidas, mientras que

dentro de los cuadrantes se cuantificó la abundancia de todas las especies sobre árboles vivos y muertos con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 5 cm desde la base del suelo hasta 2,3 m sobre el tronco (en las exposiciones NO, NE, SO y SE de cada árbol), y asimismo se cuantificó la abundancia sobre los restos de árboles en el piso del bosque (para una aproximación similar véase Pincheira-Ulbrich et al. 2012). El límite de altura para el muestreo respondió tanto a un criterio técnico como ecológico, puesto que la mayor diversidad de especies se encontraría en los primeros metros del tronco, facilitando el muestreo sistemático de todos los árboles del cuadrante (Muñoz et al. 2003, Woda et al. 2006 San Martín et al. 2008).

Objetivo específico 1: Cuantificar la riqueza y frecuencia de plantas trepadoras y epifitas vasculares en el bosque pantanoso del borde costero de La Araucanía.

2.4. Riqueza y composición florística de plantas trepadoras y epifitas vasculares

La riqueza o número de especies corresponde a una medida simple de diversidad (Brower et al., 1990). Por otro lado, dado a que es complejo cuantificar directamente la abundancia (número de individuos) de trepadoras y epifitas (e.g. helechos película), ya que un individuo puede presentar reproducción vegetativa y/o cubrir extensas áreas del tronco; en este estudio se usó como sustituto el número de frondas de los helechos, y el número de tallos de las trepadoras (Wolf et al. 2009, IUCN 2010, Mondragón 2011), lo que también da cuenta del nivel de biomasa de las especies (Brower et al. 1990, Wolf et al. 2009).

La identificación de las epifitas siguió los criterios establecidos en las publicaciones de Diem y Lichtenstein (1959), Günckel (1983), Marticorena y Rodríguez (1995), y Rodríguez et al. (2009), mientras que la identificación de plantas trepadoras se basó en Martínez (1985) y Marticorena et al. (2010). Algunos ejemplares también fueron identificados en el herbario de la Universidad de Concepción en Chile. La nomenclatura de las especies arbóreas y trepadoras se basó en The International Plant Names Index (IPNI 2008), mientras que la nomenclatura de las especies epifitas siguió a Marticorena y Rodríguez (1995).

2.5. Tamaño de la población y frecuencia de ocurrencia de plantas trepadoras y epifitas vasculares

Se calculó la frecuencia de las especies en el paisaje y las abundancias relativa respecto al total encontrado en el área de estudio (Moreno 2001). Asimismo, se calculó la frecuencia de las especies en los cuadrantes de muestreo y se calculó la frecuencia de ocurrencia (FO), definida como la proporción de sustrato de crecimiento muestreado con presencia de las especies sobre i) el árbol individual, ii) las cuatro exposiciones de los árboles forofitos y ii) otros sustratos como troncos en descomposición en el piso del bosque (Muñoz et al. 2003). Así por ejemplo, una especie registrada sólo dos veces en una misma exposición (NE-SE-SO-NO) tendrá una frecuencia de ocurrencia (FO) igual a: dos dividido en el total de exposiciones observadas en campo (Anexo 3).

Objetivo específico 2: Relacionar el efecto de la estructura del hábitat de bosque pantanoso con la riqueza de especies de plantas trepadoras y epifitas vasculares considerando el diámetro de los árboles, su identidad taxonómica y los niveles de luminosidad

2.6. Correlación entre el diámetro del forofito y la riqueza de especies de plantas trepadoras y epifitas vasculares

Se calculó el grado de asociación entre el DAP del forofito y el número de especies de plantas trepadoras y epifitas vasculares respectivamente, a través del coeficiente de correlación por rangos de Spearman (r_s) (Siegel y Castellan 1988) y el coeficiente de correlación lineal de Pearson (r). Asimismo, se evaluó la relación del DAP con la abundancia para ambos grupos de plantas. Se probó la normalidad de ambas variables utilizando la prueba de Kolmogorov - Smirnov. Los análisis se efectuaron con el programa Statistica (Statsoft 1999), con nivel de significación estimada en 5% ($P \leq 0,05$).

2.7. Asociación entre los niveles de luminosidad, riqueza y abundancia de plantas trepadoras y epifitas vasculares

Se calculó el grado de asociación entre los niveles de luminosidad y el número de especies de plantas trepadoras y epifitas vasculares respectivamente, a través del coeficiente de correlación por rangos de Spearman (Siegel y Castallan 1988) y el coeficiente de correlación lineal de Pearson (r). Asimismo, se evaluó la relación entre la apertura del dosel y la abundancia para ambos grupos de plantas, usando el mismo procedimiento. Para ello se tomaron fotografías con un lente hemisférico circular Sigma tipo "ojo de pez" que cubre un campo visual de 180°, el cual se montó en una Cámara Canon EOS T3 sobre un trípode localizado en el centro del cuadrante de muestreo. Las imágenes fueron procesadas con el programa Gap Light Analyser 2.0 para obtener el porcentaje de apertura del dosel (0-100%). Se tomó una fotografía por cuadrante de muestreo. Se probó la normalidad de ambas variables utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Los análisis se efectuaron con el programa Statistica (Statsoft 1999), con un nivel de significación estimada en 5% ($P \leq 0,05$).

Para evaluar si existen diferencias en la proporción de las abundancias de las plantas trepadoras y epifitas vasculares a lo largo del gradiente de apertura del dosel, se construyeron cuatro clases de apertura de acuerdo a la desviación estándar observada (6% de apertura). Estas diferencias de abundancias entre clases se analizaron con el programa Habuse (Byers et al. 1984), el cual calcula los valores de la prueba de bondad de ajuste Chi-cuadrado (χ^2) para una proporción esperada en cada clase igual a 25%. Para diferencias significativas, posteriormente el programa calcula los valores de los intervalos de confianza de Bonferroni para una selectividad positiva, negativa o no significativa (valor estimado dentro de los límites de confianza) con una significación estimada en 5% ($P \leq 0,05$).

2.8. Selectividad de forofitos por las plantas trepadoras y epifitas vasculares

La selectividad de la comunidad de plantas trepadoras y epifitas vasculares por las especies forófitas, se obtuvo analizando las diferencias en abundancia y composición florística entre los principales forofitos (o sustratos). Para el análisis de la abundancia, se utilizó el programa Habuse (Byers et al. 1984), el cual permite comparar la proporción de forofitos disponibles (hábitat disponible) con respecto a la proporción que efectivamente está siendo usada por la comunidad (uso de hábitat) mediante el cálculo de los valores de la prueba de bondad de

ajuste de Chi-cuadrado (X^2). Luego, el programa calcula los valores de los intervalos de confianza de Bonferroni para una selectividad positiva, negativa o no significativa (valor estimado dentro de los límites de confianza) con una significación estimada en 5% ($P \leq 0,05$). Luego, se efectuó este mismo análisis para las dos especies principales *Blepharocalyx cruckshanksii* y *Myrceugenia exsucca* para determinar cuál de estos forofitos mantiene la mayor proporción de la abundancia de la comunidad.

Para determinar si existen diferencias en la composición de especies de los ensambles sobre las principales especies forofitas (o sustratos), se efectuó un análisis de clúster con el método de la media (UPGMA) utilizando el programa Primer V6.15 (Clarke y Gorley 2006). Para ello se estandarizó la abundancia sobre cada especie forófito (0-100%) y se calculó el porcentaje de similitud en base a una matriz construida con el índice de similitud de Bray Curtis (considera la abundancia). Luego se efectuó una prueba de permutaciones con 10.000 simulaciones que buscó determinar si los ensambles se diferencian estadísticamente entre las especies forofitas, con una significación estimada en 5% ($P \leq 0,05$). La expresión gráfica de los resultados obtenidos, se presentó en un dendrograma construido con el programa BioDiversity Pro 2.0 (McAleece et al. 1997).

2.9. Evaluación de calidad de hábitat

La calidad del hábitat, se infirió a partir del análisis de los datos de presencia y abundancia obtenidos del muestreo. Esto es, dado a que la calidad del hábitat se entiende como la capacidad del medio ambiente para proveer condiciones apropiadas para la persistencia del individuo y la población (Hall et al. 1997), la calidad debe relacionarse con la demografía o frecuencia de las especies de interés, es decir, a mayor abundancia de las especies de interés en un tipo de hábitat, mayor será la calidad de este. Precisamente, las relación de las especies de interés con los patrones de luminosidad, de diámetro de los árboles y de selectividad por las especies forofitas, serán utilizados como una medida de la calidad del hábitat, puesto que permitirá conocer cuáles son los patrones que determinan la riqueza y abundancia de las trepadoras y epifitas vasculares. Así, ciertos niveles de luminosidad, de diámetro y selectividad de hábitat, podrán asociarse a altos niveles de abundancia y riqueza de especies, y en consecuencia de calidad de hábitat.

Objetivo específico 3: Determinar los cambios espaciales en composición florística entre los fragmentos de bosque pantanosos a escala de paisaje.

2.10. Análisis de la relación entre el tamaño de fragmento y la diversidad

La diversidad de plantas trepadoras y epifitas vasculares se calculó independientemente con el índice de diversidad de Shannon, que incluye en su ecuación la relación entre la riqueza de especies y la abundancia (Moreno 1991). Luego, se efectuó un análisis de regresión simple entre el tamaño de los fragmentos y los niveles de diversidad para ambos grupos mediante el método de los mínimos cuadrados ordinarios. El tamaño de los fragmentos medidos en hectáreas, se transformó mediante logaritmo natural (\ln) dada a la diferencia en dos órdenes de magnitud, entre el magnitud más pequeña (0,05 ha) y más grande (936 ha). Para evaluar la hipótesis nula de que el área del fragmento no afecta la respuesta en la diversidad de especies, el Análisis de Varianza (ANOVA) de la regresión consideró un nivel de significación de 5% ($P \leq 0,05$). Asimismo, se calculó el coeficiente de determinación (R^2) para cuantificar la variación en la variable de respuesta (índice de Shannon) que es explicada por la variación en x (\ln área). Los cálculos fueron efectuados con el programa Statistix 10 (Analytical Software).

Para determinar si el cambio en diversidad (índices de Shannon) como respuesta al tamaño de los fragmentos, presenta un pendiente diferenciada entre plantas trepadoras y epifitas vasculares, se efectuó una comparación entre las pendientes de las rectas de regresión obtenidas en el paso anterior, mediante un Análisis de Covarianza (ANCOVA) con el programa Statistix 10. Para ello se analizó la relación área vs diversidad de plantas trepadoras y epifitas vasculares en conjunto, las cuales (trepadoras y epifitas) se tratan como dos factores dentro de un mismo análisis de varianza. De este modo se evalúa si la regresión tiene pendientes diferentes en cada grupo. Adicionalmente, este análisis permite evaluar la significación de la varianza de los datos y la elevación o intercepto (punto de la línea de regresión que toca el eje Y donde X se hace cero). Esto, pone a prueba la hipótesis nula de que las dos líneas de regresión son paralelas, y las varianza e intercepto son iguales con un nivel de significación de 5% ($P \leq 0,05$).

La similitud florística de las especies de plantas trepadoras y epifitas vasculares entre los fragmentos se calculó a través del índice de Jaccard (Brower et al., 1990). El análisis de clúster se efectuó con el método de la media (UPGMA), utilizando el programa Primer V6.15 (Clarke y

Gorley 2006). Luego se efectuó una prueba de permutaciones con 10.000 simulaciones que buscó determinar si los clústeres obtenidos se diferencian estadísticamente, con una significación estimada en 5% ($P \leq 0,05$). La expresión gráfica de los resultados obtenidos por el índice de Jaccard se presentó en un dendrograma de similitud florística construido con el programa BioDiversity Pro 2.0 (McAleece et al. 1997).

Para complementar estos análisis, se construyeron tres **modelos de regresión** para determinar el número de especies probables de encontrar en los fragmentos del borde costero (incluyendo los no muestreados). Este análisis se efectuó para cada grupo de plantas, donde la riqueza de especies (número de especies) de trepadoras y epifitas (independientemente) fue la variable de respuesta, y los predictores fueron los siguientes: i) el tamaño de los fragmentos (\ln del área medido en hectáreas) y el DAP medio (en centímetros) de los cuadrantes de muestreo, ii) el perímetro de los fragmentos (medido en metros), y iii) el \ln del área medido en hectáreas.

Dependiendo del número de variables independientes (una o dos) se efectuó un ANOVA lineal simple o múltiple con una significación estimada en 5% ($P \leq 0,05$). La contribución de cada coeficiente de regresión al modelo se obtuvo mediante una prueba t con una significación estimada en 5% ($P \leq 0,05$). Se calculó el coeficiente de determinación (R^2) y el Coeficiente de terminación ajustado para más de una variable predictora (R^2_{adj}). La bondad de predicción del modelo debe presentar un sesgo reducido idealmente cercano a cero, esto se logra mediante el cálculo de la Diferencia agregada (DIFA), no obstante también es necesario calcular la exactitud del modelo o error total, el cual puede obtenerse con la Raíz del Error Medio Cuadrático (REMC) (Prodan et al. 1997). Los análisis se efectuaron con el programa Sigmaplot 9.0 con el módulo Sigmastat 3.1.

2.11. Análisis del anidamiento espacial de la composición de especies

Se evaluó el grado de anidamiento de la composición de especies entre los fragmentos de bosque mediante la construcción de dos matrices de presencia-ausencia (trepadoras y epifitas respectivamente), donde las columnas representaron las áreas de los fragmentos de bosque y las filas las especies presentes en estos. Las matrices se ordenaron de acuerdo al gradiente de tamaño de fragmentos y la sumatoria total de filas (Lomolino 1996, Atmar y Patterson 1993, Ulrich et al 2009).

Para estimar el grado de anidamiento en la matriz, se utilizó el índice de temperatura (T) (Atmar y Patterson 1993), el cual se basa en la suma normalizada de la distancia cuadrada relativa de ausencia sobre y presencia bajo la isóclina hipotética que separa las áreas ocupadas de las celdas no ocupadas en una matriz de anidamiento perfecta. El índice varía entre cero y 100, donde valores más cercanos a cero indican mayor anidamiento u orden para una matriz fría (Ulrich et al. 2009).

El análisis consideró un modelo nulo donde los totales marginales de la filas (especies) se mantuvieron fijos, mientras que los totales marginales de las columnas fueron equiprobables (fragmentos) variando aleatoriamente (Almeida-Neto y Ulrich 2011). Este modelo nulo conserva la frecuencia de ocurrencia de especies y permite que la riqueza específica varíe equiprobablemente entre fragmentos de bosque (e.g. Ulrich et al. 2009; Valencia-Pacheco et al. 2011).

La significación estadística de la estimación de anidamiento se obtuvo mediante la aleatorización de este modelo nulo con 10.000 simulaciones. Luego se compararon los valores observados con los estimados por la distribución de probabilidad del modelo nulo considerando intervalos obtenidos a un 95% (Almeida-Neto y Ulrich 2011). Cualquier valor obtenido que varía dentro de estos límites es considerado un patrón aleatorio. La matriz fue elaborada con formato del programa Ecosim (Gotelli y Entsminger 2006) y los análisis de anidamiento se realizaron en el programa NODF (Almeida-Neto & Ulrich 2011).

2.12. Criterios de amenaza de la UICN para la clasificación de especies de plantas trepadoras y epifitas vasculares a escala local

En base a los datos de distribución y abundancia observados en el muestreo, los análisis efectuados en este estudio y el conocimiento disponible de la ecología y distribución de las plantas trepadoras y epifitas vasculares (Anexo 4), se evaluó la pertinencia de una especie a una de las categorías de amenaza establecida por la UICN (2001), fundamentalmente sobre el criterio de distribución geográfica (B) y complementariamente sobre el criterio de tamaño de la población (D).

Con excepción del criterio de extensión de la presencia (EOO), que fue evaluado a escala de la región del bosque templado de Chile y Argentina (i.e. Donoso 1993), se consideraron cuatro

subcriterios a escala local (IUCN 2012): (1) la calidad del hábitat, (2) el tamaño de la población,, (3) el área de ocupación de las especies (AOO) y (4) el número de localidades donde se encontraron presentes, el cual se homologó al número de fragmentos de bosque.

El tamaño de la población (D) se modificó para ajustarse a los rangos de abundancia observados, puesto que no se cuantificaron individuos maduros directamente. Esto es, las abundancias máximas en trepadoras y epifitas vasculares, respectivamente, se suponen bajo menor amenaza que especies representadas por abundancias cercanas a un individuo. Sin embargo, los umbrales propuestos por la UICN pueden inferirse (<50, <250, <1000 individuos maduros) aproximadamente.

Respecto del área de ocupación (AOO), se consideraron dos supuestos: (1) el territorio tiene un tamaño suficientemente acotado como para que los propágulos puedan ser dispersados dentro de la distribución completa de los bosques pantanosos, y (2) es posible que ingresen propágulos desde otros puntos de la región. Bajo estos supuestos, el criterio de área de ocupación, se homologó al rango local de distribución de las especies. Este valor fue obtenido mediante la identificación de las dos poblaciones o registros espacialmente más extremos para una especie determinada. Luego, con el programa ArcGis 10.1 se sobrepuso un área buffer circular sobre el territorio siguiendo los criterios espaciales de clasificación de la UICN (2001): 10 km², 500 km² y 2000 km².

Finalmente, los criterios de clasificación (mencionados arriba) se aplicaron jerárquicamente de mayor a menor importancia, de la siguiente manera:

- i) **Número de localidades o fragmentos.** Considerando que una especie con presencia en pocos fragmentos implicaría mayor probabilidad de extinción en el paisaje por efecto de la estocasticidad demográfica y ambiental. Por otro lado una especie presente en mucho fragmentos tiene mayor capacidad de colonizar nuevos fragmentos.
- ii) **Abundancia.** Considerando que poblaciones de mayor tamaño son menos afectadas por la estocasticidad demográfica y ambiental. Sin embargo, una gran abundancia en pocos fragmentos está sujeta a mayor probabilidad de extinción local que una especie presente en varios fragmentos.

- iii) **Disminución continua de la calidad del hábitat y el número de localidades.** Inferencia sobre la base de la observación en campo y antecedentes históricos (Bengoa 1990, Bengoa 1991, Peña-Cortés et al. 2009).
- iv) **Número de cuadrantes muestreados donde estaba presente la especie.** Variable que además permite apreciar la forma de distribución entre los fragmentos de bosque. .

Luego, las categorías se ajustaron siguiendo los siguientes criterios:

- i) Cuando la evidencia de campo y literatura mostró que la especie no se distribuye naturalmente en los bosques pantanosos, se disminuyó la categoría en dos niveles.
- ii) Cuando se sospecha que la especie podría ser más frecuentes sobre los 2,3 m de altura en el tronco (diseño de muestreo), o la especie se encuentra fuera de su hábitat, se disminuyó la categoría en dos niveles.
- iii) En el caso de las trepadoras, cuando la literatura mostró que su forma de vida o hábito no es exclusivamente trepador pudiendo ser rastrero, se disminuyó la categoría en un nivel. Esto les permite explorar otros hábitats pudiendo estar presente en otros puntos del bosque, sin ser capturado por el muestreo.
- iv) Cuando la distribución de la especie se encuentra en el límite sur o norte del área de estudio, se disminuyó la categoría en un nivel (UICN 2010).
- v) Cuando la especie se encontró como exótica, malezas o como epifita accidental, no se evaluó su nivel de amenaza.

2.13. Modelos de presión antrópica (amenaza)

La presión antrópica sobre el hábitat (bosque) se caracterizó mediante la construcción de dos mapas sobre la base del trabajo efectuado por Peña-Cortés et al. (2011), autores que utilizan dos criterios, la distancia del bosque a la red vial y división predial (tamaño del predio). Los niveles de amenaza se organizan bajo el supuesto de que la presión de uso sobre el bosque decrece con la distancia a caminos y disminuye con el incremento del tamaño del predio. El primer análisis planteado, consiste en determinar la superficie del hábitat localizada en cinco clases de distancia a la red vial: 0-50 m, 50-100 m, 100-300 m, 300-700 m, 700-1000 m y >1000 m. Asimismo, un segundo análisis consiste en analizar la superficie de hábitat localizado en

ocho rangos de tamaño de predio: 0-10 ha, 10-30 ha, 30-70 ha, 70-100 ha, 100-200 ha, 200-500 ha, 500-1000 ha y >1000 ha. Ambos análisis se efectuaron con el módulo Spatial Analyst del software ArcGis 10.1.

Para una mejor comprensión de la situación de amenaza del bosque, se construyeron tres cartas adicionales donde se sobrepuso el bosque pantanoso: i) carta de cuencas costeras ii) carta de comunidades indígenas y iii) carta de uso del suelo.

Toda la información cartográfica fue suministrada por el Laboratorio de Planificación Territorial de la Universidad Católica de Temuco. Se utilizó la Proyección Universal Transversal de Mercator (UTM), Huso 18 Sur Zona H. Para los Datos Geodésicos se utilizó el Elipsoide de Referencia Datum WGS 84.

2.14. Criterios para la selección de sitios prioritarios para la conservación de trepadoras y epifitas vasculares

La priorización de los sitios para la conservación de plantas trepadoras y epifitas vasculares se efectuó mediante un **enfoque mixto** (cualitativo-cuantitativo) utilizando un panel de expertos (se describe más adelante en el texto). Para ello, se siguieron seis criterios jerárquicos, de mayor a menor importancia:

- i) **Presencia de alta riqueza de epifitas vasculares de la familia Hymenophyllaceae.** Este criterio se consideró como el más importante ya que la riqueza de este grupo de plantas puede ser considerada como un buen indicador de la calidad y diversidad de micro hábitats (e.g. Pincheira-Ulbrich 2011 y Pincheira Ulbrich et al. 2012), y en consecuencia puede usarse como un indicador del estado de conservación del bosque. Se espera que este criterio también permita encontrar una relación con la riqueza de trepadoras, dado que en general los bosques son secundarios y se encuentran degradados y con diferentes tamaños de claros, por tanto no existirían bosques demasiado cerrados como para no encontrar trepadoras.
- ii) **Riqueza total de plantas trepadoras y epifitas vasculares.** Considerando que uno de los objetivos de esta propuesta es conservar los bosques que mantengan alta riqueza de ambos grupos de plantas, la selección de sitios debe asegurar este objetivo.

- iii) **Tamaño de los fragmentos de bosque.** La literatura plantea que el tamaño de los fragmentos se relaciona positivamente con la riqueza de especies, por tanto en fragmentos de tamaño grande se debiesen encontrar mayor número de especies que en fragmentos más pequeños (e.g. Pinchera-Ulbrich et al. 2008 y 2009). Si bien este es un criterio importante, no se consideró en primer lugar dado a que muchos sitios grandes se encuentran con una estructura degradada (hábitat), por tanto el tamaño por sí no explicaría siempre la relación con la riqueza de especies.
- iv) **Índice de diversidad de Shannon para epifitas.** Las mismas razones argumentadas en el punto uno son válidas aquí, sin embargo, esta vez la importancia se fundamenta en que un índice de Shannon alto mostraría una comunidad mejor representada en términos del número de especies y sus abundancias relativas por especie. Este criterio se consideró menos importante que los anteriores sobre la base de que el muestreo puede no haber capturado las abundancias adecuadamente (especies raras, especies sobre los 2,3 en el tronco y especies en fragmentos grandes) y por tanto se prioriza una alta riqueza por sobre una alta diversidad de Shannon.
- v) **Índice de diversidad de Shannon para trepadoras.** Este criterio se consideró menos importante que el anterior ya que las trepadoras pueden explorar más ambientes que las epifitas (amplitud de hábitat).
- vi) **Número de especies amenazadas.** Los criterios anteriores se complementarán con la identificación de especies amenazadas, esto entregará nuevos argumentos para considerar a un sitio prioritario.

En una primera aproximación, los fragmentos se ordenaron bajo los dos primeros criterios (riqueza de Hymenophyllaceae y riqueza total de plantas trepadoras y epifitas vasculares). Esto permitió proponer cinco fragmentos como altamente prioritarios. Luego, se ordenaron los fragmentos atendiendo a los criterios cuatro, cinco y seis (tamaño de los fragmentos, índices de Shannon y especies amenazadas). Los valores altos, fueron considerados con mayor prioridad de conservación, y las particularidades de cada sitio fueron evaluadas en una segunda instancia, considerando los resultados de los modelos de presión antrópica, la relación de la diversidad con el tamaño de los fragmentos y el patrón de anidamiento de la composición de especies.

Luego de la evaluación de los criterios, se clasificaron los fragmentos en tres niveles de priorización: **Alto**, representa al grupo que maximiza los criterios propuestos y por tanto con

mayor prioridad de conservación, **Medio**, incluye los fragmentos con una prioridad de conservación menor que la categoría anterior, y **No prioritario**, incluyen los fragmentos que no maximizan los criterios propuestos.

Finalmente, la validación y readecuación de la priorización de los sitios se efectuó mediante panel de expertos integrado por investigadores del proyecto Fondecyt 1110798: "Determinación de indicadores geográfico-ambientales y de riesgo natural en el paisaje de La Araucanía y Los Ríos: herramientas de soporte decisional para la planificación y gestión territorial en sistemas costeros (2011 - 2015)", quienes revisaron los resultados de diversidad, los modelos de regresión y los modelos de presión antrópica para luego emitieron un juicio respecto de la priorización propuesta.

Como el resultado final de este apartado requiere de otros resultados previos y por tanto emerge a posteriori, mayor detalle se presenta en la sección de resultados.

2.15. Presencia de plantas trepadoras y epifitas vasculares en el SNASPE

La presencia de las plantas trepadoras y epifitas vasculares en el sur de Chile (Región de La Araucanía, De los Ríos y Los Lagos) y particularmente dentro de las áreas que constituyen el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), se basará en una revisión exhaustiva de la literatura, libros, artículos científicos e informes técnicos de CONAF disponibles. Esto permitirá generar un catálogo con las especies encontradas en este estudio que también están presentes en las respectivas áreas protegidas (Anexo 5).

De modo exploratorio se efectuó un análisis de similitud florística de las especies de plantas trepadoras y epifitas vasculares entre las Áreas Silvestres Protegidas a través del índice de Jaccard (Brower et al., 1990). El análisis de clúster se efectuó con el método de la media (UPGMA) utilizando el programa BioDiversity Pro 2.0. La expresión gráfica de los resultados obtenidos por el índice de Jaccard se presentó en un dendrograma de similitud florística construido con el mismo programa (McAleece et al., 1997).

3. Resultados

Objetivo específico 1: Cuantificar la riqueza y frecuencia de plantas trepadoras y epifitas vasculares en el bosque pantanoso del borde costero de La Araucanía.

3.1. Riqueza y composición florística de plantas trepadoras y epifitas vasculares

Se identificaron 46 especies para el bosque pantanoso del borde costero de La Araucanía. De estas 17 son trepadoras (10 nativas, 4 endémicas, 2 cosmopolitas y 1 introducida), 17 epifitas, 4 parásitas, 4 árboles, 2 arbustos y 2 hierbas perennes (1 nativa y 1 introducida). Estas últimas tres categorías corresponden a individuos encontrados accidentalmente como epifitos (Anexo 1 y 4). La mayor riqueza (11 spp.) de trepadoras se registró en los fragmentos de 50 ha y 86 ha, mientras que en epifitas (16 spp.) se observó en los fragmentos de 156 ha y 133 ha. La diversidad de géneros es igual a 37 y de familias igual a 30, siendo *Hymenophyllum* el género más frecuente con 10 especies y en consecuencia la familia más diversa fue *Hymenophyllaceae* (Anexo 1). Las especies más frecuentes en el paisaje fueron *Cissus striata* y *Boquila trifoliolata* presentes en 27 de los 30 fragmentos de bosque, seguidas por *Hymenophyllum plicatum* y *Luzuriaga radicans* presentes en 25 fragmentos. Por su parte, *Hymenophyllum plicatum* e *Hymenophyllum caudiculatum* fueron las epifitas más abundantes con 10.381 (24,5%) y 7.956 (18,7%) frondas, respectivamente, mientras que las trepadoras más abundantes fueron *Luzuriaga radicans* y *Cissus striata* con 1.228 (39,67%) y 759 tallos (24,52%), respectivamente (Anexo 1 y 4).

3.2. Tamaño de la población y frecuencia de ocurrencia de plantas trepadoras y epifitas

Se contabilizaron 45.536 registros, que es homologable a la abundancia o biomasa total obtenida por el muestreo, de estos 42.370 fueron frondas y 3.095 tallos. La mayor abundancia se encontró en el fragmento de 50 ha (6.217 registros) seguido por el fragmento de 156 ha (4.829 registros). A escala de hábitat, las especies más frecuentes fueron *Luzuriaga radicans* y *Hymenophyllum plicatum* presentes en 99 (55%) y 97 (54%) cuadrantes de muestreo de un total de 180. Entre las especies raras destacan *Ercilla sp*, *Antidaphne punctulata*, *Griselinia racemosa* e *Hydrangea serratifolia* presente sólo entre dos y cuatro cuadrantes (Anexo 3 y 4).

La frecuencia de ocurrencia (FO) mostró que es posible observar especies en todas las exposiciones en los árboles forofitos muestreados. Sin embargo, esta frecuencia es en general

baja si se considera cada una de las especies en forma individual por exposición, aquí los valores máximos observados varían entre 13% y 13,9% de FO para *Luzuriaga radicans*, considerando 898 exposiciones en el Norte, Sur, Este y Oeste. El análisis por árbol completo, mostró que la frecuencia se incrementa, observándose máximos de 214 y 184 árboles con presencia de *Luzuriaga radicans* e *Hymenophyllum plicatum*, lo cual representa una FO de 23,8% y 20,5%, respectivamente (sobre un total de 898 árboles). Sobre troncos en descomposición la especie más frecuente fue *Hymenophyllum caudiculatum* con una FO de 37,5% considerando 16 sustratos similares. En campo esto implica que en general las especies ocupan sólo una porción del sustrato disponible y que en el 100% de estos sustratos disponibles (FO) nunca está presente la misma especie.

Como era de esperarse, las especies más abundantes y frecuentes también se encuentran con mayores frecuencias de ocurrencia (FO) en las distintas exposiciones. Aquí, cabe notar que la abundancia tiende a concentrarse en pocos árboles o exposiciones, por ejemplo *Grammitis magellanica* con una abundancia de 733 frondas es posible observarla con máximos inferiores a 1% de FO por exposición (del total de sustratos muestreados) y se encuentra ausente sobre troncos en descomposición (Anexo 3).

Objetivo específico 2: Relacionar el efecto de la estructura del hábitat de bosque pantanoso con la riqueza de especies de plantas trepadoras y epifitas vasculares considerando el diámetro de los árboles, su identidad taxonómica y los niveles de luminosidad

3.3. Correlación entre el diámetro del forofito y la riqueza de especies de plantas trepadoras y epifitas vasculares

El diámetro de promedio de los árboles en los cuadrantes de muestreo varió entre 6,3 cm a 79 cm, con una media de 20 cm. La riqueza de epifitas varió entre 0 a 10 especies por cuadrante, con una media de 3 especies, mientras que la abundancia varió entre 0 a 2153 frondas, con una media de 235 frondas. La riqueza de trepadoras varió entre 0 a 6 especies con una media de 2 especies, mientras que la abundancia varió entre 0 a 252 tallos, con una media de 17 tallos. Ninguna de estas variables se distribuyó normalmente (Kolmogorov-Smirnov, $p < 0,001$).

El incremento del **diámetro** promedio de los árboles **ejerció un efecto débil pero significativo** sobre la **riqueza** de epifitas ($[r_s=0,352$; $p < 0,001$]; $[r=0,167$; $p=0,03$]) y trepadoras ($[r_s=0,285$;

$p < 0.001$]; [$r = 0,309$; $p = 0,001$]). Sin embargo, el incremento del **diámetro** sobre la **abundancia** de epifitas mostró un efecto estadísticamente menos definido si se observan ambos coeficientes de correlación ([$r_s = 0,394$; $p < 0.001$]; [$r = 0,124$; $p = 0,096$]). Respecto de las trepadoras el DAP **ejerció un efecto débil pero significativo** sobre su abundancia ([$r_s = 0,207$; $p = 0,005$]; [$r = 0,223$; $p = 0,003$]) (Figura 2). **En general el efecto de diámetro parece ser algo mas fuerte sobre trepadoras que epifitas.**

La amplia varianza observada (Figura 2), responde a la variabilidad de la riqueza de especies que ocurre fundamentalmente en árboles con diámetros pequeños (menores a 20 cm en epifitas y menores a 30 cm en trepadoras), forofitos que pueden presentar muchas o ninguna especie. Por otro lado, en diámetros mayores (>20cm) las epifitas son menos frecuentes o abundantes que las trepadoras. Esto implica que la diversidad de epifitas se concentra en un rango ajustado de diámetro (5-20cm) luego del cual la posibilidad de observar especies disminuye.

La figura geométrica que adopta la nube de puntos (similar a un triangulo), en el caso de las **epifitas** (Figura 2), podría indicar una relación compleja que no es adecuadamente estudiada con una correlación y que por tanto existen ciertas interacciones ecológicas (e.g., competencia en diámetro mayores), características del hábitat (e.g., alta luminosidad o disponibilidad de árboles) o atributos de la especie (e.g., tolerancia a la desecación) que impiden que se encuentre mayor riqueza y abundancia de especies en diámetros grandes (e.g., >40cm). En el caso de **trepadoras** la riqueza se mantiene más constante a lo largo de los diámetros, e incluso tiende a aumentar levemente, sin embargo la abundancia se concentra en **diámetros medios a pequeños (5 a 30 cm), los cuales que representan la masa de árboles.**

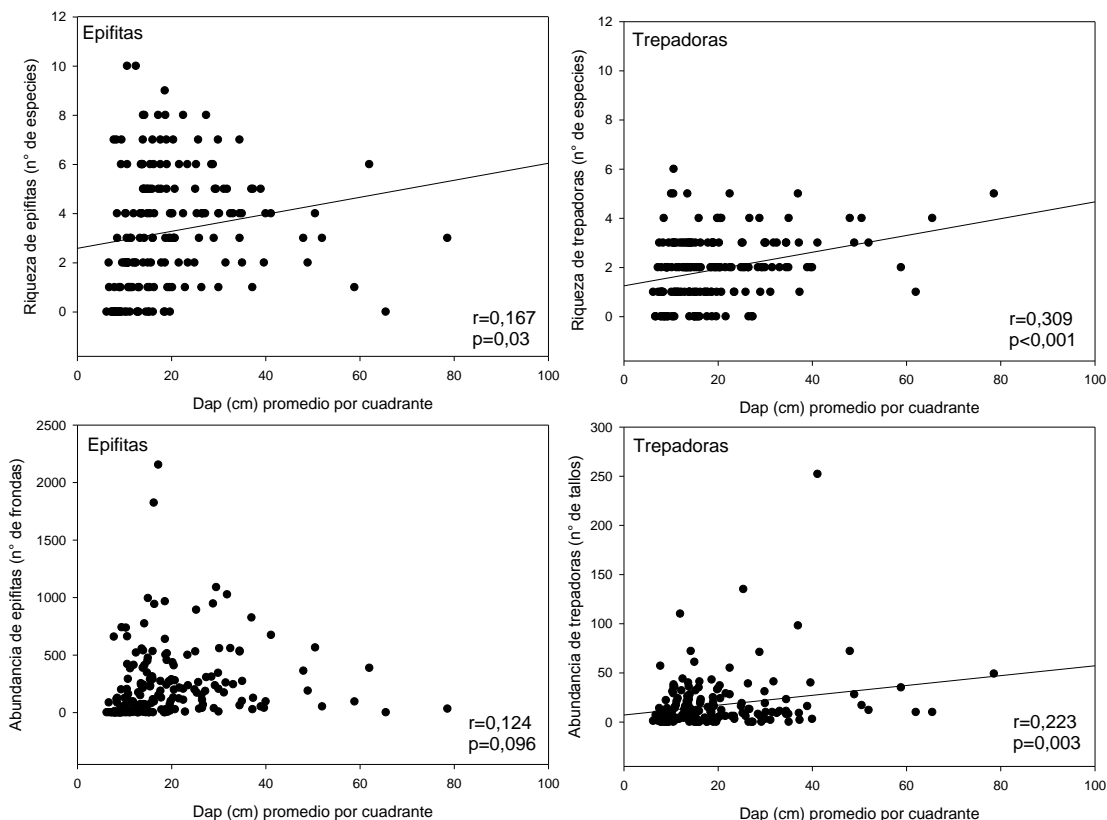


Figura 2. Correlación lineal de Pearson entre el diámetro promedio de los árboles por cuadrante de muestreo y la riqueza de epifitas vasculares y plantas trepadoras (arriba), y correlación lineal de Pearson entre el diámetro promedio de los árboles por cuadrante de muestreo y la abundancia de epifitas vasculares y plantas trepadoras (abajo).

3.4. Asociación entre los niveles de luminosidad, riqueza y abundancia de plantas trepadoras y epifitas vasculares

La apertura del dosel en los cuadrantes de muestreo varió entre 6,9% a 57,3%, con media de 17 %. Estas variable no se distribuyó normalmente (Kolmogorov-Smirnov, $p < 0,001$).

El incremento de la **apertura del dosel** no tuvo un efecto significativo sobre el incremento de la riqueza de epifitas ($[r_s = -0,0311; p = 0,687]$; $[r = 0,029; p = 0,99]$) y trepadoras ($[r_s = -0,001; p = 0,934]$; $[r < 0,034; p = 0,659]$) y tampoco sobre la abundancia de ambos grupos de plantas (epifitas= $[r_s = -0,033; p = 0,664]$; $[r = 0,029; p = 0,99]$; trepadoras= $[r_s = -0,0366; p = 0,636]$; $[r = 0,029; p = 0,701]$). Esto puede atribuirse a los umbrales de apertura del dosel los cuales permiten la sobrevivencia de ambos grupos de plantas (ver Figura 4).

Como se argumentó en la sección anterior, la figura geométrica que adopta la nube de puntos (Figura 3) podría indicar una relación compleja que no es adecuadamente estudiada con una correlación (Figura 4). En el caso de las epifitas, la riqueza y abundancia varía ampliamente en aperturas de dosel menores a 27% y parece existir cierta tendencia a disminuir la riqueza de especies a medida que la apertura del dosel se incrementa (y por tanto la luminosidad), esto implica que, es posible encontrar muchas especies bajo un dosel semi-cerrado a semi-abierto (7-27% de apertura), luego del cual la riqueza y abundancia tiende a disminuir. En el caso de las trepadoras la riqueza y abundancia tienden a presentarse algo más constante a lo largo de la apertura del dosel.

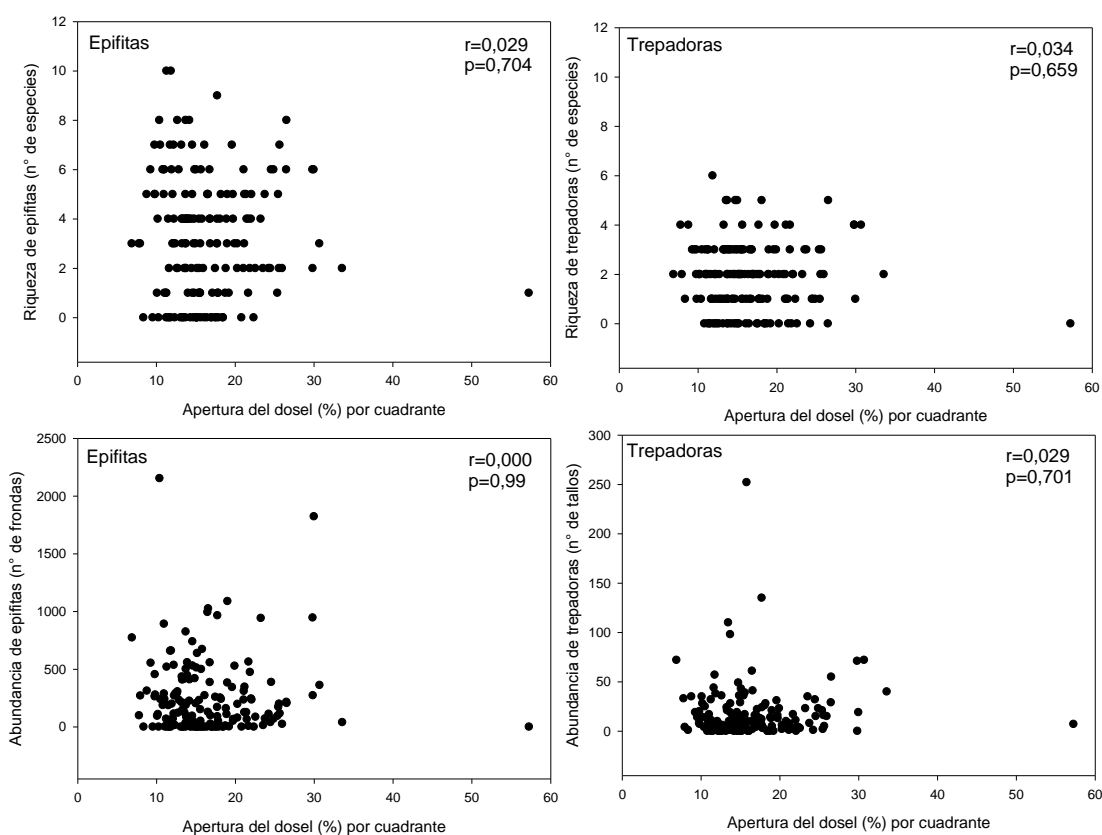


Figura 3. Relación entre la apertura del dosel por cuadrante de muestreo y la riqueza (arriba) y abundancia (abajo) de plantas trepadoras y epifitas vasculares.

Para una mejor comprensión del efecto de la luminosidad, el análisis de χ^2 mostró que la proporción de la abundancia de trepadoras y epifitas vasculares fue significativamente diferente de la proporción esperada (25%) en las cuatro clases propuestas ($p < 0,001$). Las epifitas concentran su abundancia bajo el 20% de apertura del dosel, donde las trepadoras son menos abundantes, mientras que trepadoras concentran su abundancia sobre el 20% de apertura, donde las epifitas tienden a desaparecer. El punto de mayor abundancia de epifitas

se encuentra entre 13% y 20% de apertura, y contrariamente a lo esperado, bajo un dosel semi-cerrado las epifitas son menos abundantes (7-13%). Por su parte, las trepadoras logran su mayor abundancia entre los 20% y 27% de apertura (Figura 4).

En general es posible afirmar que, **como la mayoría de las especies se concentran en la parte baja del tronco y se asocian a diámetros pequeños de árboles y estos forofitos crecen en pequeños grupos densos, los actuales umbrales de apertura del dosel mantienen la riqueza y abundancia de de ambos grupos de plantas. Sin embargo, hay evidencia para afirmar que ambos grupos tiene un comportamiento diferenciado frente a la apertura del dosel donde las epifitas serias más negativamente afectadas por esta variable estructural del bosque.**

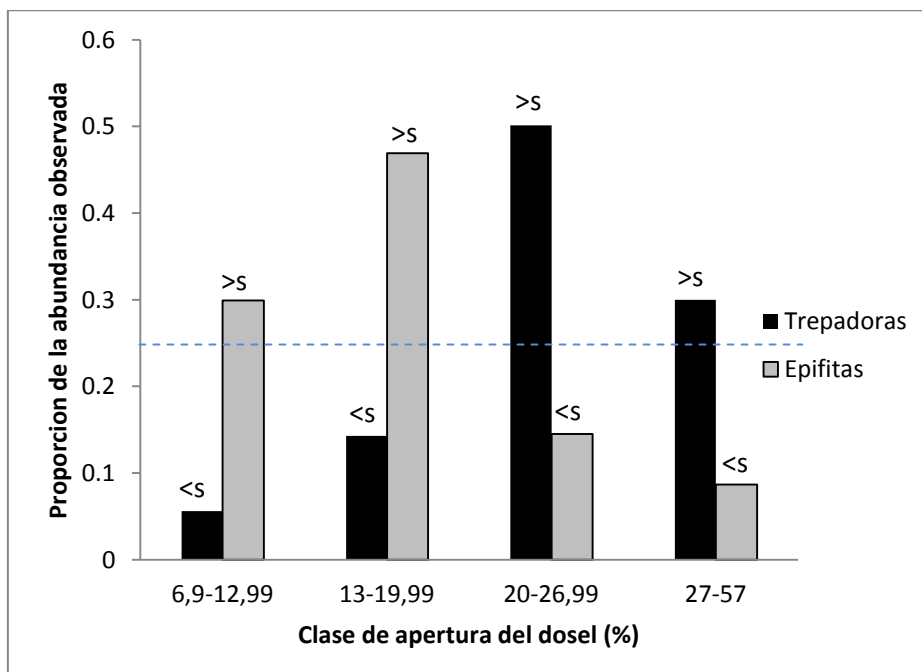


Figura 4. Análisis de χ^2 de la proporción de la abundancia observada y esperada de plantas trepadoras y epifitas vasculares en cuatro clases de apertura del dosel. La línea punteada muestra la proporción esperada (25%) para una relación no significativa. <s>=proporción significativamente menor a la esperada ($p \leq 0,05$); >s=proporción significativamente mayor a la esperada ($p \leq 0,05$).

3.5. Selectividad de forofitos por las plantas trepadoras y epifitas vasculares

Respecto a la selectividad del hábitat sobre las 14 especies arbóreas identificadas (Anexo 2), la comunidad de trepadoras y epifitas vasculares muestra que la abundancia se encuentra en una proporción significativamente ($p < 0,05$) mayor sobre *Drimys winteri* y otros sustratos (Tabla 1). *Drimys winteri* es relativamente escaso, pero cuando aparece la biomasa sobre esta especie tiende a ser más notable. La categoría otros, incluye sustratos importantes como los troncos en el suelo o en descomposición donde es posible observar alta abundancia de especies. Sin embargo **en términos absolutos *Myrceugenia exsucca* y *Blepharocalyx cruckshanksii* sostienen más del 60% de la abundancia de plantas.**

Tabla 1. Análisis de selectividad de hábitat por la comunidad de trepadoras y epifitas vasculares (Com.) sobre las principales especies forofitas (árboles) en 30 fragmentos de bosque pantanoso. Abn.= abundancia, S=selectividad para una significación estadística de 0,05, p = selectividad positiva, N= selectividad negativa. Otros: incluye especies o sustratos poco frecuentes, como *Aextoxicon punctatum*, *Amomyrtus luma*, *Amomyrtus meli*, *Tepualia stipularis* troncos en descomposición y otros sustratos.

Especie forofita	N° de árboles	Prop. árboles	Abn. Obs Com.	Prop.	X^2_{obs}	L. confianza		S
				Abn. Obs Com.		Bonferroni	Inf - sup	
<i>Blepharocalyx cruckshanksii</i>	290	0,3173	1,1467	0,2518	615	0,247	0,257	N
<i>Myrceugenia exsucca</i>	449	0,4912	16,206	0,3559	1.698	0,350	0,362	N
<i>Drimys winteri</i>	49	0,0536	2,820	0,0619	59	0,059	0,065	P
<i>Luma chequen</i>	33	0,0361	1,377	0,0302	43	0,028	0,032	N
Otros	93	0,1018	13,663	0,3001	17.600	0,295	0,306	P
	914	1	45.533	1				

Cuando se compara la abundancia de las dos principales especies, contrariamente a lo esperado (dada la mayor rugosidad de la corteza de *Myrceugenia exsucca*), la abundancia de la comunidad de epifitas es algo mayor (proporcionalmente) y significativa sobre *Blepharocalyx cruckshanksii* (proporción de árboles disponibles = 0,39 vs proporción de de epifitas = 0,41; $p < 0,05$) que sobre *Myrceugenia exsucca* (proporción de árboles disponibles = 0,60 vs proporción de de epifitas = 0,58; $p < 0,05$) (Tabla 2). Al respecto parece pertinente evaluar la localización que *Blepharocalyx cruckshanksii* en el sitio o la influencia antrópica, ya

que esta especie tiende a encontrarse en lugares menos accesibles para las personas y el ganado que *Myrceugenia exsucca*.

Tabla 2. Análisis de selectividad de hábitat por la comunidad de trepadoras y epifitas vasculares (Com.) sobre las dos principales especies forófitas (árboles) en 30 fragmentos de bosque pantanoso. Abn.= abundancia, S=selectividad para una significación estadística de 0,05, P= selectividad positiva, N= selectividad negativa. Otros: incluye especies o sustratos poco frecuentes, como *Aextoxicon punctatum*, *Amomyrtus luma*, *Amomyrtus meli*, *Tepualia stipularis*, troncos en descomposición, y otras especies.

Especie forófitas	N° de árboles	Prop. árboles	Ab. Obs Com.	Prop.	X ² obs	L. confianza Bonferroni		S
				Abn. Obs Com.		Inf - sup		
<i>Blepharocalyx cruckshanksii</i>	290	0,3924	11.467	0,4144	34	0,407	0,422	p
<i>Myrceugenia exsucca</i>	449	0,6076	16.206	0,5856	22	0,578	0,593	N
	739	1	27673	1				

La composición del ensamble entre los 5 sustratos más importantes (*Blepharocalyx cruckshanksii*, *Myrceugenia exsucca*, *Drimys winteri*, *Luma chequen* y Otros) no mostró diferencias significativas (Figura 5). **Esto es, la composición de especies no se diferenció o la comunidad no selecciona significativamente ningún sustrato por sobre y otro y por tanto los clúster observados no son reales.**

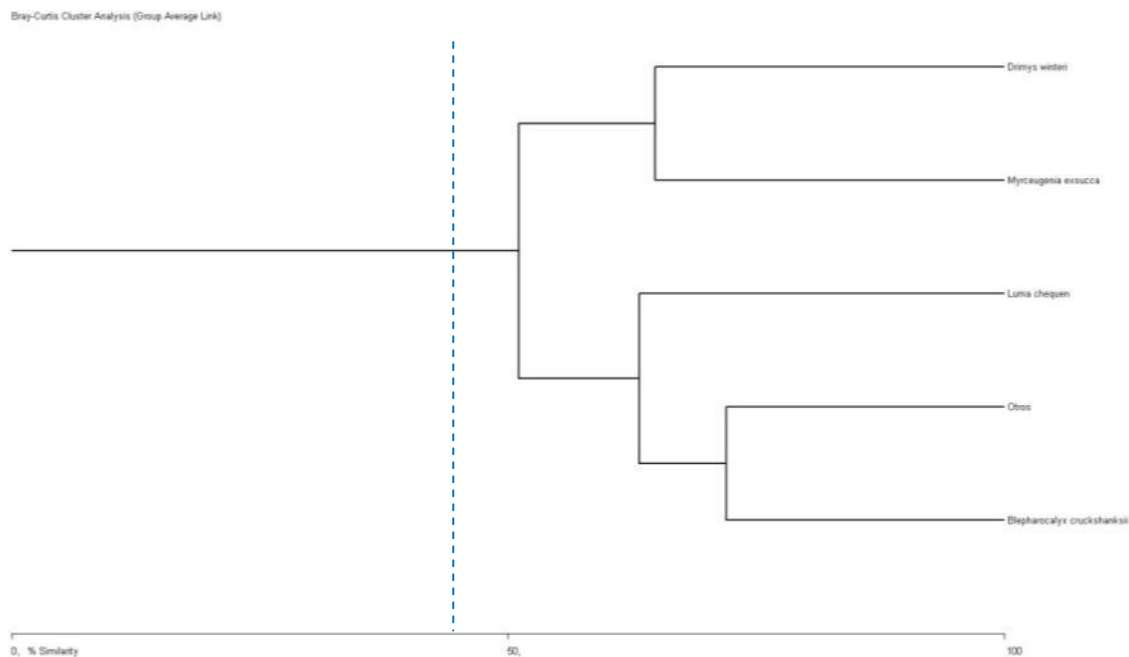


Figura 5. Dendrograma de similitud florística de la composición de plantas trepadoras y epifitas vasculares entre los 5 sustratos más importantes (*Blepharocalyx cruckshanksii*, *Myrceugenia exsucca*, *Drimys winteri*, *Luma chequen* y Otros) utilizando el índice de similitud Bray Curtis. La línea punteada muestra el límite de significación estadística para un verdadero clúster (10.000 simulaciones, $p < 0,05$).

3.6. Evaluación de calidad de hábitat

Los resultados, indican que *Myrceugenia exsucca* y *Blepharocalyx cruckshanksii* sostienen más del 60% de la abundancia de la comunidad de plantas trepadoras y epifitas. Sin embargo, *Blepharocalyx cruckshanksii* ofrece mejores condiciones de hábitat que *Myrceugenia exsucca* (la comunidad es más abundante, pero en general no significativamente más rica en especies), y que la presencia de *Drimys winteri* y otros sustratos como troncos en descomposición, representan hábitats que sostienen una proporción significativamente mayor de la abundancia de la comunidad de plantas en el bosque (pero en general no significativamente más rica en especies). Por tanto es relevante mantener estos sustratos ya que pueden constituirse en fuentes de propágulos. El incremento del diámetro de los árboles (DAP) ejerce un efecto débilmente positivo pero significativo sobre el incremento de la riqueza y abundancia de plantas en los bosques pantanosos estudiados. Por su parte, el incremento de la luminosidad (apertura del dosel) no afecta significativamente la variación de estos parámetros en ambos ensambles. Sin embargo, **los actuales umbrales de apertura del dosel mantienen la riqueza y abundancia de ambos grupos de plantas.**

Los resultados permiten constatar que la mayor riqueza y abundancia de especies se encuentra en diámetros pequeños (<20cm), bajo dosel semi-abierto (13-27% de apertura) luego del cual las especies tienden a desaparecer bajo un dosel más abierto y en árboles con mayores diámetros. Por tanto la modificación de la cobertura u otro parámetro estructural (área basal) podrían influir fuertemente en la interacción entre la calidad del hábitat y la riqueza y abundancia de especies, particularmente en la familia Hymenophyllace. Al respecto, es necesario considerar que la actual estructura del bosque (se espera que cambie en el tiempo), la cual se ajusta a un **ecosistema de tipo secundario** con pequeños grupos de árboles agregados y con fuerte influencia antrópica, permite que la comunidad se encuentre en los primeros metros del tronco.

Los resultados también indican que el ensamble de especies no se diferenció estadísticamente entre los distintos sustratos, esto implica que las plantas trepadoras y epifitas se encuentran indistintamente en diferentes tipos de sustratos y por tanto su composición florística es similar (la calidad del hábitat es estadísticamente similar). Aquí, la influencia de otros procesos como la competencia interespecífica parece ser también importante para el ensamble de las especies (Pincheira-Ulbrich et al. Publicación en preparación).

Objetivo específico 3: Determinar los cambios espaciales en composición florística entre los fragmentos de bosque pantanosos a escala de paisaje.

3.7. Análisis de la relación entre el tamaño de fragmento y la diversidad

La regresión lineal muestra que el incremento en el área de los fragmentos de bosque pantanoso ejerce un efecto positivo sobre la diversidad de plantas trepadoras y epifitas vasculares. Sin embargo, el efecto del tamaño de los fragmentos sobre las epifitas fue mayor y fuertemente significativo, donde la variación en diversidad es explicada en un 81% por el área ([epifitas: área vs índice de diversidad Shanon, $R^2=0,81$; $p<0,001$]; [trepadoras: área vs índice de diversidad Shanon; $R^2=0,23$, $p=0,008$]). **En general, es posible afirmar, que tanto la riqueza como la abundancia de las especies tienden a incrementarse gradual y significativamente con el tamaño de los fragmentos** (Figura 6).

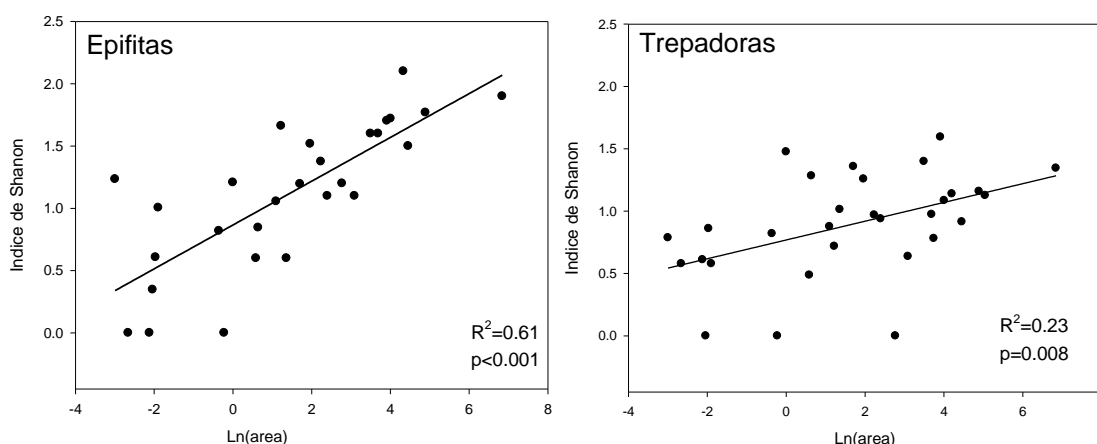


Figura 6. Regresión lineal entre el tamaño de fragmentos de bosque pantanosos (Ln del área en ha) y la diversidad de plantas trepadoras y epifitas vasculares medidos con el índice de diversidad de Shannon.

El análisis de covarianzas (ANCOVA) de la regresión mostró diferencias significativas en las pendientes de la rectas entre ambos grupos ($p=0,0132$; Figura 6; Tabla 3). **Esto reafirma que la fragmentación afecta más fuertemente y significativamente a epifitas que a trepadoras.** La mínima diversidad esperada (intercepto de la recta con el eje y) en el fragmento hipotético más pequeño es significativamente mayor para las plantas trepadora (más tolerantes a la desecación) que para epifitas (elevación, $p=0,0132$), lo cual es esperable si se considera que en estos fragmentos el efecto de borde y los factores estocásticos son mayores.

Tabla 3. Análisis de covarianza (ANCOVA) entre el tamaño de 30 fragmentos de bosque e índices de diversidad de Shannon para el conjunto de plantas trepadoras y epifitas vasculares. N= número de fragmentos, MSE= error medio cuadrático, p= probabilidad

Ln area/Índice de diversidad de Shannon							
Grupo	N	Intercepto	Pendiente	MSE	Comparación		
					Varianza (p)	Pendiente (p)	Elevación (p)
Epifitas	30	0,85519	0,17343	0,15638	0,3953	0,0132	0,0204
Trepadoras	30	0,76925	0,07406	0,14132			

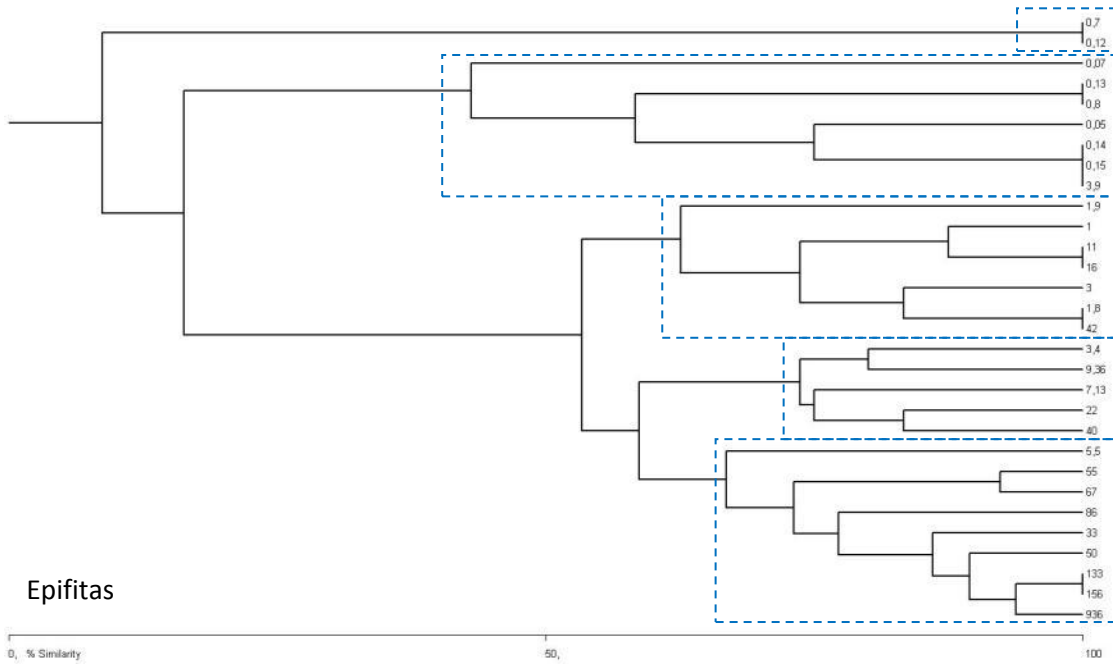
El dendrograma mostró una alta similitud florística de **epifitas** entre los fragmentos de mayor superficie, la cual decreció con el tamaño de los fragmentos (Figura 7). El análisis de permutaciones permitió definir sólo cuatro grupos reales significativamente similares: i) uno que incluye los fragmentos de mayor tamaño más ricos en especies, ii) un segundo grupo que

incluye fragmentos de tamaño medio a pequeños, más pobre en especies que al anterior, iii) un tercer grupo constituido por fragmentos pequeños que incluye al fragmento de 42,4 ha altamente deteriorado, y iv) un cuarto grupo con fragmentos muy pequeños, la mayoría < a 1ha con pocas especies. Los fragmentos de 0,12 ha y 0,7 ha no presentaron epifitas. Este patrón de agrupamiento por similitud se ajusta a la configuración anidada de la comunidad en el paisaje (Tabla 6 y 7).

Las plantas **trepadoras** no responden de igual manera que las epifitas al tamaño de los fragmentos (Figura 7). Los resultados muestran que el tamaño no ejerce un efecto importante en la composición de especies. Aquí, el análisis de permutaciones mostró cuatro grupos reales: i) el primero que incluye la mayoría de los fragmentos (21) con tamaños que varían desde 0,13 hasta 936 ha (el más grande), ii) un segundo grupo que incluye fragmentos de tamaño medio a muy pequeños, iii) el fragmento de 22,3 ha y iv) el fragmento de 0,81 ha. Esta configuración de agrupamiento puede indicar mayor capacidad de dispersión o éxito en la colonización de nuevos espacios por parte de las trepadoras.

Proyecto n°075/2011 "Plantas trepadoras y epifitas vasculares en bosques pantanosos del borde costero de La Araucanía: determinación de especies y áreas de conservación". Investigador responsable: Jimmy Pincheira, Co-investigador: Fernando Peña

Jaccard Cluster Analysis (Group Average Link)



Jaccard Cluster Analysis (Group Average Link)

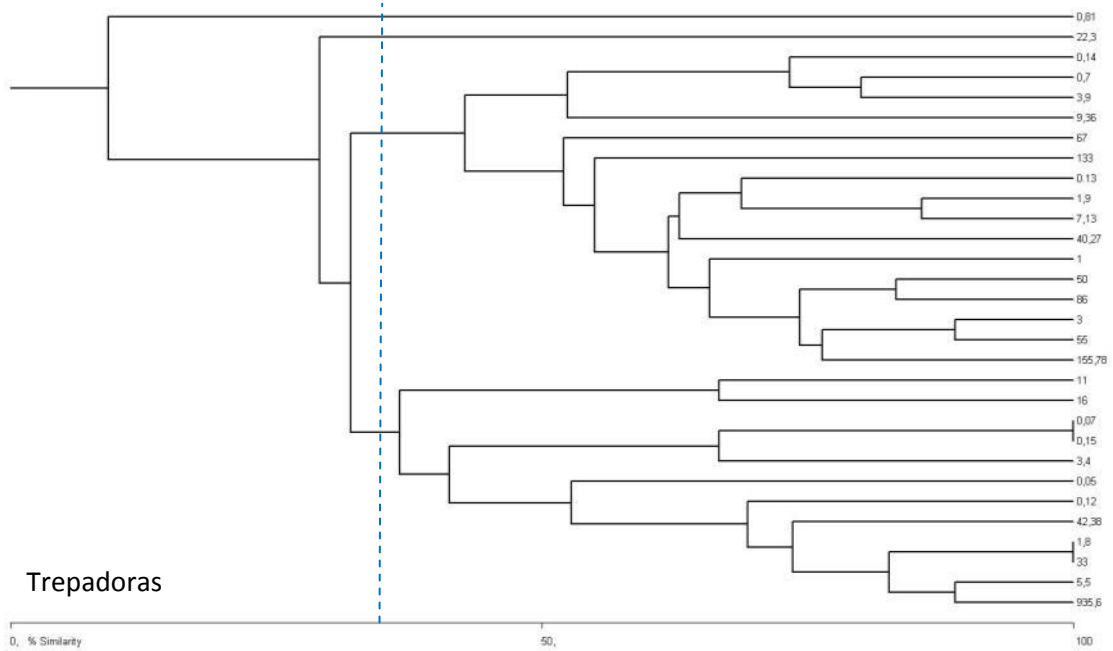


Figura 7. Dendrograma de similitud florística para el ensamble de epifitas vasculares y plantas trepadoras en 30 fragmentos de bosque pantanoso utilizando el índice de Jaccard. La línea punteada muestra el límite de significación estadística para un verdadero clúster (10.000 simulaciones, $p < 0,05$).

La relación entre la riqueza de especies y las variables predictoras (Tabla 4), mostró que el logaritmo natural del tamaño de los fragmentos de bosque (\ln área) continúa siendo la

variable más importante para determinar los cambios de riqueza de especies. Y tal como se describió más arriba, en el caso de las trepadoras, la fuerza de esta relación es débilmente significativa o menos clara (Modelo 3, $p=0,002$, $R^2=0,295$), mientras que en epifitas el efecto del área fue más importante (Modelo 6, $p=0,001$, $R^2=0,77$) (Tabla 4 y 5). **Esto implica que el área como variable fácil de medir a escala de paisaje, ofrece una buena predicción del número de especies**, particularmente de epifitas vasculares para este tipo de bosques.

Otras variables, como DAP medio por cuadrante de muestreo, mejora la relación con la riqueza de epifitas en conjunto con el área (Modelo 4, $p=0,030$, $R^2_{adj}=0,83$), sin embargo esto implica que es necesario un muestreo en bosque lo que se asocia a algún costo adicional. Por último, el perímetro de los fragmentos parece tener un aporte menor sobre al número de especies epifitas (Modelo 5, $p=0,026$, $R^2=0,17$) y ningún efecto sobre trepadoras (Modelo 2, $p=0,278$, $R^2=0,004$). Con todo, **se recomienda usar los modelos el 3 y 6, los cuales permiten calcular el número de especies que es posible encontrar en los fragmentos no muestreados**. Esto implica que los parámetros son buenos estimadores y que los modelos en general presentan bajo sesgo, sobre y sub estimando el número de especies entre 0,1% y -0,02% para trepadoras y epifitas, respectivamente (Modelos 3 y 6, DIFA%). Sin embargo, los errores totales de los modelos son altos (REMC% entre 45% y 68%), ya que existen fragmentos pequeños con muchas especies, y grandes fragmentos con pocas especies, donde el modelo no se ajuste bien (por que el residuo es elevado al cuadrado), y por tanto el uso de estos modelos para predecir la riqueza debe efectuarse con cierta nota de cautela.

Tabla 4. Modelos de regresión para extrapolar el número de especies de plantas trepadoras y epifitas vasculares en bosques pantanosos del borde costero de La Araucanía. Tamaño muestral= 30 fragmentos de bosque pantanoso, Ln área= logaritmo natural del área en hectáreas, Dap medio= Diámetro a la altura del pecho promedio de los árboles en los cuadrantes de muestreo, Perímetro= perímetro en metros. Los valores dentro de las ecuaciones representan a los coeficientes de regresión.

Modelo	Grupo/Ecuación
Trepadoras	
Modelo 1	Trepadoras = $4,670 + (0,498 * \ln \text{área}) + (0,0463 * \text{Dap medio})$
Modelo 2	Trepadoras = $6,181 + (0,0000239 * \text{Perímetro})$
Modelo 3	Trepadoras = $5,455 + (0,557 * \ln \text{área})$
Epifitas	
Modelo 4	Epifitas = $2,043 + (1,416 * \ln \text{área}) + (0,182 * \text{Dap medio})$
Modelo 5	Epifitas = $7,157 + (0,0000872 * \text{Perímetro})$
Modelo 6	Epifitas = $5,135 + (1,648 * \ln \text{área})$

Tabla 5. Prueba t para determinar la probabilidad de contribución de los coeficientes de regresión de la Tabla 4. Tamaño muestral= 30 fragmentos de bosque pantanoso, Ln área= logaritmo natural del área en hectáreas, Dap medio= Diámetro a la altura del pecho promedio de los árboles en los cuadrantes de muestreo, Perímetro= perímetro en metros, R²= coeficiente de determinación, R²adj= Coeficiente de determinación ajustado. En negrita los coeficiente de contribución significativa (p<0,05), DIFA%= diferencia agregada en porcentaje, REMC%= raíz del error medio cuadrático en porcentaje.

Trepadoras							
Modelo	ln (área)	Perímetro	Dap medio	R ²	R ² adj	DIFA%	REMC%
Modelo 1	0,011		0,466	0,31	0,259	59%	333%
Modelo 2		0,278		0,004	0,008	0,00%	84%
Modelo 3	0,002			0,295	0,270	0,1%	62%
Epifitas							
Modelo 4	<0,001		0,030	0,838	0,826	0,91%	45%
Modelo 5		0,026		0,166	0,136	0,00%	247%
Modelo 6	<0,001			0,771	0,763	-0,02%	68%

En general es posible afirmar que la fragmentación del bosque pantanoso afecta a ambos grupos de plantas, no obstante las epifitas son más fuertemente afectadas que las trepadoras, y por tanto parece necesario evaluar otras variables que contribuyan a comprender la variación de la diversidad de este último grupo de plantas (i.e. dispersión de semillas y tolerancia a la desecación).

3.8. Análisis del anidamiento espacial de la composición de especies

Los resultados mostraron que la comunidad de plantas trepadoras y epifitas vasculares se organiza en el paisaje en un patrón espacial anidado como respuesta al gradiente de tamaños de los fragmentos de bosque pantanoso (Tabla 6 y 7). Si bien esta relación es fuertemente significativa, el anidamiento no es perfecto, pudiendo calificarse como un anidamiento parcial o de nivel medio-alto para plantas trepadoras (T=26,69) y nivel alto a muy alto para epifitas (T=11,4). Así, las especies dentro de ambos ensambles co-courren mas de lo esperado por azar, en especial en epifita. **Esto indica que existe un mayor recambio de especies de trepadoras que de epifitas, con una mayor proporción de la riqueza de trepadoras en fragmentos pequeños, donde los procesos de colonización local serían los mecanismos predominantes para este último grupo de plantas, mientras que la dinámica de extinción selectiva sería más importante para las epifitas** (Ulrich et al. 2009).

Tabla 6. Matriz de presencia-ausencia de 17 especies de epifitas vasculares y 15 especies de plantas trepadoras nativas en 30 fragmentos de bosque pantanos en el borde costero de La Araucanía. Las

Proyecto n°075/2011 "Plantas trepadoras y epifitas vasculares en bosques pantanosos del borde costero de La Araucanía: determinación de especies y áreas de conservación". Investigador responsable: Jimmy Pincheira, Co-investigador: Fernando Peña

áreas en color gris representan la distribución de las presencias (1) y las áreas sin color la distribución de las ausencias (0). (las columnas se ordenaron en forma decreciente de acuerdo al gradiente de tamaños de fragmento [936ha-0,05ha] y total de filas). Los nombre científicos se escribieron en forma abreviada y en formato para el programa Ecosim.

Epifitas vasculares

Especie	936	156	133	86	67	55	50	40	42	33	22	16	11	9.4	7.1	5.5	3.9	3.4	3	1.9	1.8	1	0.8	0.2	0.14	0.13	0.12	0.7	0.1	0.05
H plicatum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1
A trilobum	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
Polypodium	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
Sarmienta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
A dareoides	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
H krauseanum	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Fascicularia	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H caudiculatum	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
H dentatum	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H peltatum	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H dicranotrichum	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hymenoglossum	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H cuneatum	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H pectinatum	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Grammitis	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
H secundum	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Serpillopsis	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Plantas trepadoras

Especie	936	156	133	86	67	55	50	40	42	33	22	16	11	9.4	7.1	5.5	3.9	3.4	3	1.9	1.8	1	0.8	0.2	0.14	0.13	0.12	0.7	0.1	0.05
Boquila	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Cissus	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L radicans	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0
Mitraria	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
Lapageria	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0
Nertera	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0
L polyphylla	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Muehlenbeckia	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1
Campsidium	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Pseudopanax_val	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Hydrangea	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ercilla	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Griselinia	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dioscorea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Galium	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 7. Índices de temperatura (T) para evaluar el anidamiento de la comunidad de plantas trepadoras y epifitas vasculares en 30 fragmentos de bosque pantanoso del borde costero de La Araucanía. T obs = temperatura observada, T sim = temperatura simulada, p = nivel de probabilidad de la hipótesis nula de no diferencia entre la métrica observada y esperada basada en el supuesto de distribución normal de los valores esperados simulados (10.000 iteraciones), LI95%-LS95% = límites de confianza de la distribución simulada para la hipótesis nula.

Grupo	T obs	T sim	p	LI95%-LS95%
Epifitas	11,4	55,75	<0,001	[48,38 - 63,06]
Trepadoras	26,69	46,45	<0,001	[38,93 - 53,97]

3.9. Listado de especies amenazadas según criterios UICN

En base a las 46 especies identificadas en el área de estudio, se clasificaron 13 especies amenazadas localmente considerando los criterios de la UICN (2001) y el Reglamento Para la Clasificación de Especies Silvestres Según Estado de Conservación (Decreto 29 de 2012). De este grupo, se clasificaron tres especies en peligro de extinción (EN): *Griselinia racemosa*, *Serpyllopsis caespitosa* y *Ercilla* sp. Esta última especie, sólo fue posible de reconocer a nivel de género ya que carecía de flores. Por su parte, se clasificaron 10 especies como vulnerables (VU): *Antidaphne punctulata*, *Dioscorea auriculata*, *Galium hypocarpium*, *Grammitis magellanica*, *Hydrangea serratifolia*, *Hymenoglossum cruentum*, *Hymenophyllum cuneatum*, *Hymenophyllum pectinatum*, *Hymenophyllum secundum* y *Notanthera heterophylla*.

Ocho especies fueron clasificadas en la categoría de Casi Amenazadas (NT) como *Campsidium valdivianum* y *Luzuriaga polyphylla* dado sus requerimientos de hábitat, lo que no sugieren por ahora un nivel mayor de amenaza. Por otro lado, Diecisiete especies fueron clasificadas en la categoría de Preocupación Menor (LC) como *Asplenium dareoides* o *Hymenophyllum plicatum* dada su gran abundancia y frecuencia en el paisaje.

La propuesta de clasificación (Anexo 4) consideró la abundancia en el hábitat, la frecuencia de las especies en el paisaje y la información disponible sobre su biología o ecología. Varias de estas especies posiblemente requieran características particulares de hábitat, o son altamente dependiente del bosque y/o su hábitat principal pueda encontrarse fuera del bosque pantanoso. Aun así, la clasificación se ajustó a la evidencia disponible.

3.10. Modelos de presión antrópica (amenaza)

El bosque pantano está expuesto a la acción humana, la cual se ha intensificado en los últimos años. En terreno es fácil apreciar el desecamiento de humedales mediante canales de drenaje para habilitar suelos para la actividad agrícola o mejorar caminos, la tala constante, las quemas y la sustitución por especies forestales, principalmente de los géneros *Eucalyptus*, *Pinus* y *Populus* (Figura 12), son las principales amenazas de este tipo de humedal boscoso (e.g. Correa-Araneda et al. 2011).

De acuerdo al estudio de Peña-Cortés et al. (2011) donde se cuantificaron 7.675 ha de bosque pantanoso, y en base a este estudio, el área se habría reducido en un 23% llegando a **5.891ha**. En general, considerando toda el área, el 55% de la superficie del bosque pantanoso se distribuyó en 473 predios de pequeños propietarios que no superan las **70 ha**, por lo que el manejo y conservación se hace complejo. Por otro lado, el 45% del bosque se encontró en 15 predios de tamaño medio a grande (entre 70 y 1.000 ha). Con respecto a la red vial, los resultados mostraron que sólo el 6% del bosque se encontró a más de 1.000 m de distancia de caminos, el 50% se encontró entre 300 y 1000 m y el 48% restante se localizó entre cero hasta 300 m de distancia a caminos (Tabla 8).

Gran parte del bosque se encuentra disperso en áreas con alta división predial y muy cerca de caminos, situación que se acentúa en el área norte del borde costero. Las áreas más continuas y de mayor extensión ocurren hacia el sur, en la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa (Figura 8).

Tabla 8. Superficie de bosque pantanoso (ha) distribuida en ocho clases de tamaño de predios (ha) y seis clases de distancia a caminos.

Clases de tamaño de predios (ha)	nº de predios	ha	%	Clases de Distancia caminos (m)		
				ha	%	
0-10	385	1.055	18	0-50	254	4
10-30	66	1.200	20	50-100	769	13
30-70	22	968	16	100-300	1.788	30
70-100	7	581	10	300-700	1.075	18
100-200	6	932	16	700-1.000	1.630	28
200-500	1	219	4	>1.000	372	6
500-1.000	1	936	16			
>1.000	0	0	0			
Total	488	5.891	100		5.891	100

Proyecto n°075/2011 "Plantas trepadoras y epifitas vasculares en bosques pantanosos del borde costero de La Araucanía: determinación de especies y áreas de conservación". Investigador responsable: Jimmy Pincheira, Co-investigador: Fernando Peña

Modelo de distancia a la Red Vial

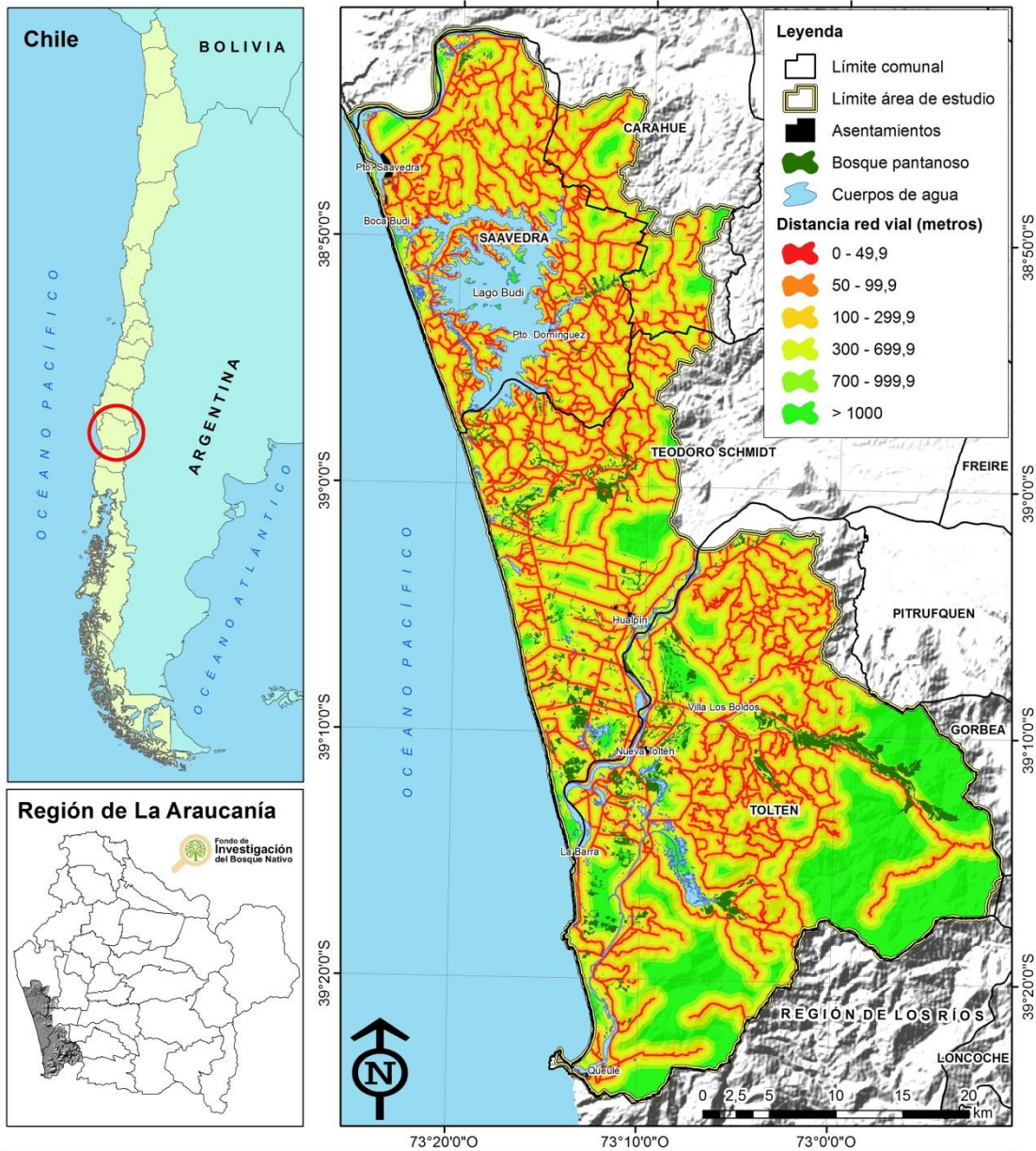


Figura 8. Modelo de distancia a la red vial (en anexo)

Proyecto n°075/2011 "Plantas trepadoras y epífitas vasculares en bosques pantanosos del borde costero de La Araucanía: determinación de especies y áreas de conservación". Investigador responsable: Jimmy Pincheira, Co-investigador: Fernando Peña

Modelo de división predial

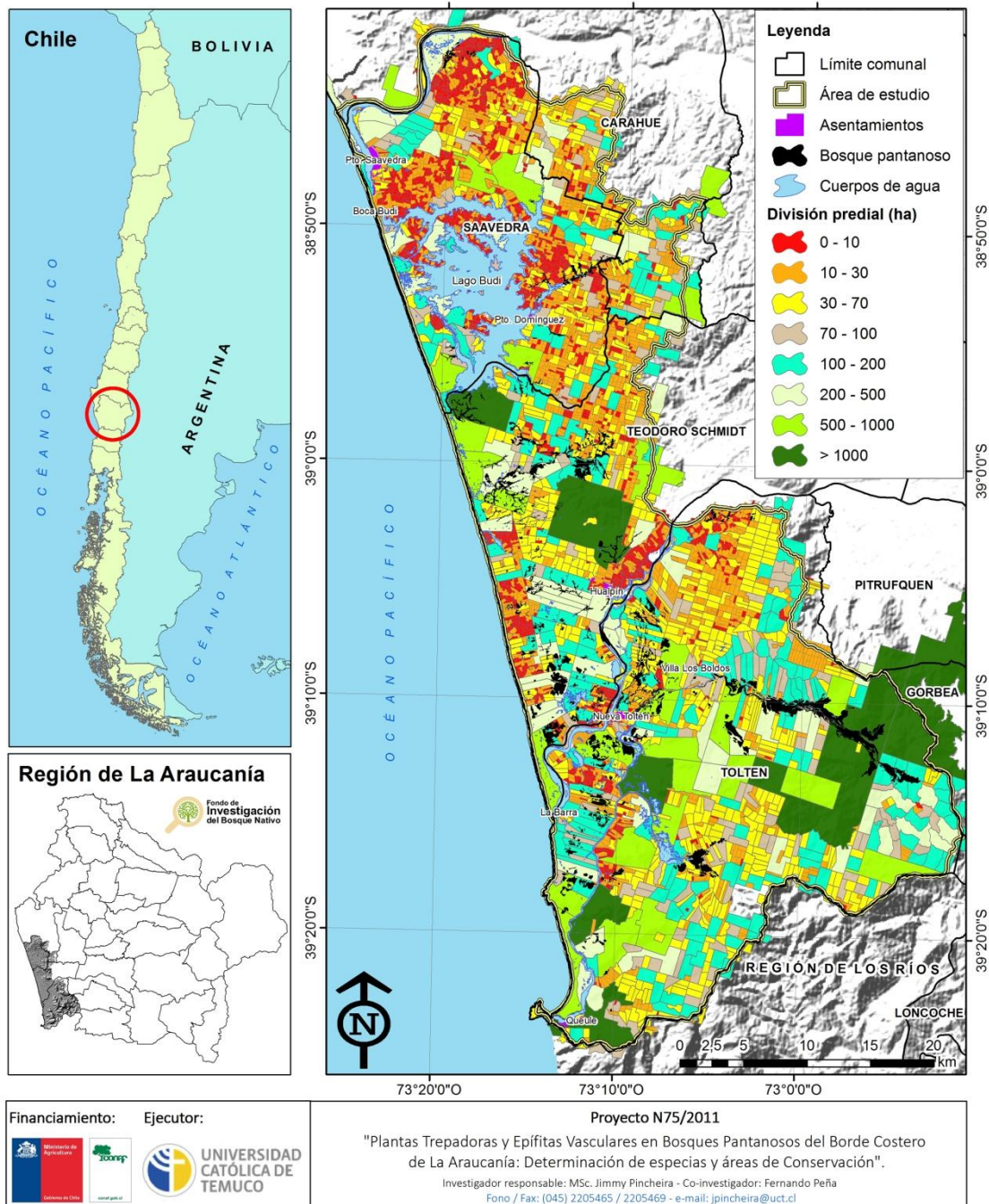


Figura 9. Modelo de división predial (se anexa)

Proyecto n°075/2011 "Plantas trepadoras y epifitas vasculares en bosques pantanosos del borde costero de La Araucanía: determinación de especies y áreas de conservación". Investigador responsable: Jimmy Pincheira, Co-investigador: Fernando Peña

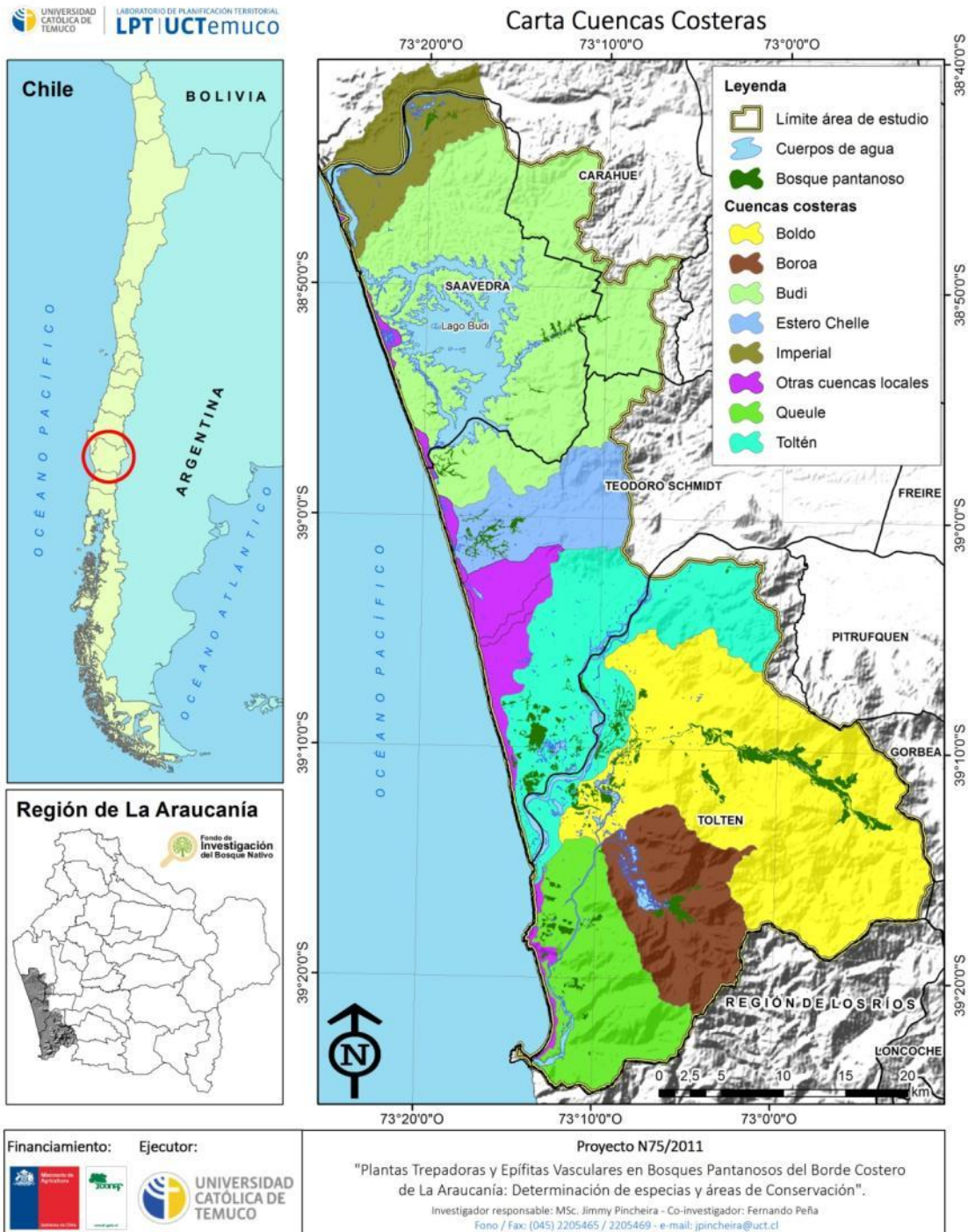


Figura 10. Carta de cuencas costeras (se anexa)

Proyecto n°075/2011 "Plantas trepadoras y epifitas vasculares en bosques pantanosos del borde costero de La Araucanía: determinación de especies y áreas de conservación". Investigador responsable: Jimmy Pincheira, Co-investigador: Fernando Peña

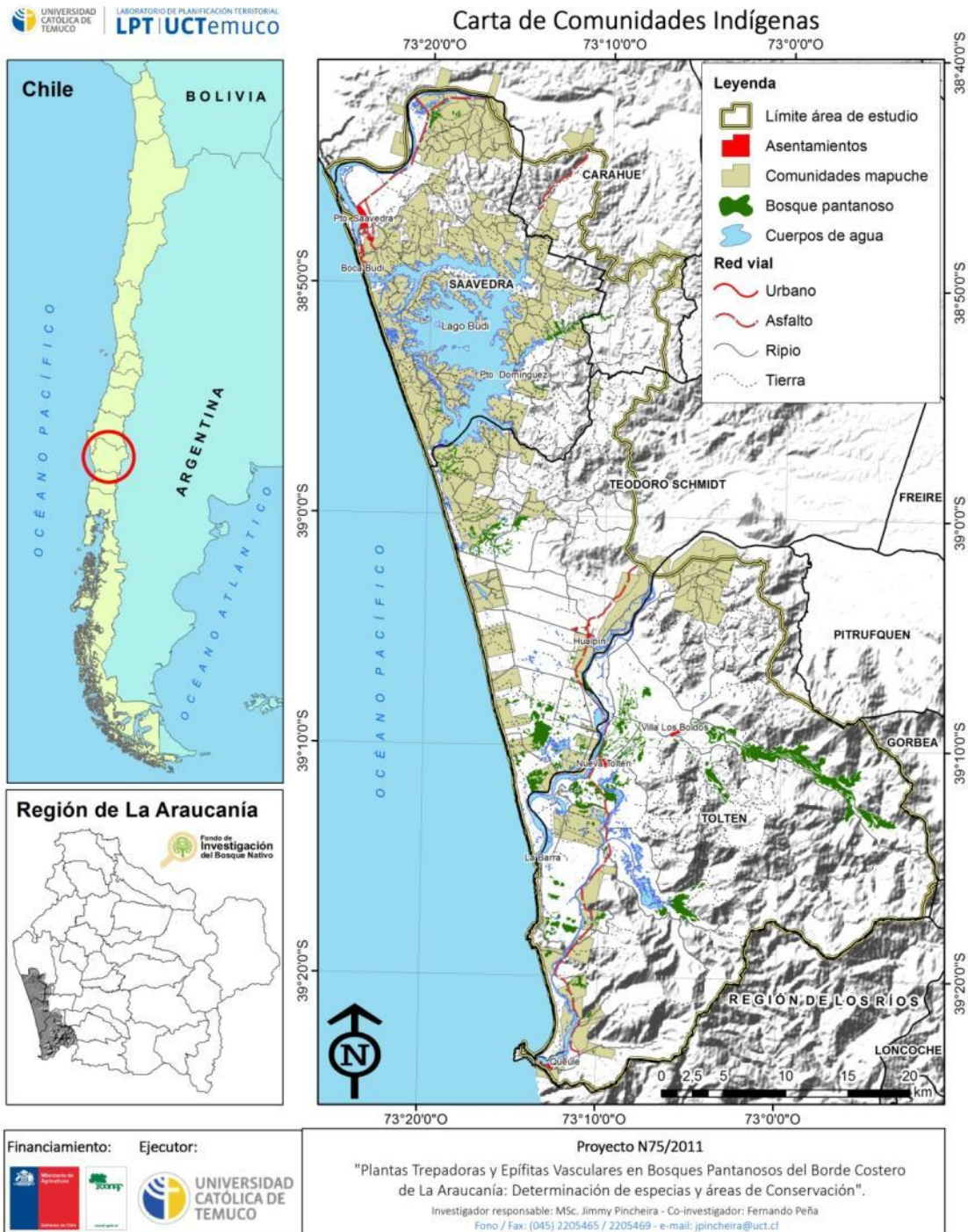


Figura 11. Carta de comunidades indígenas (se anexa)

Proyecto n°075/2011 "Plantas trepadoras y epífitas vasculares en bosques pantanosos del borde costero de La Araucanía: determinación de especies y áreas de conservación". Investigador responsable: Jimmy Pincheira, Co-investigador: Fernando Peña

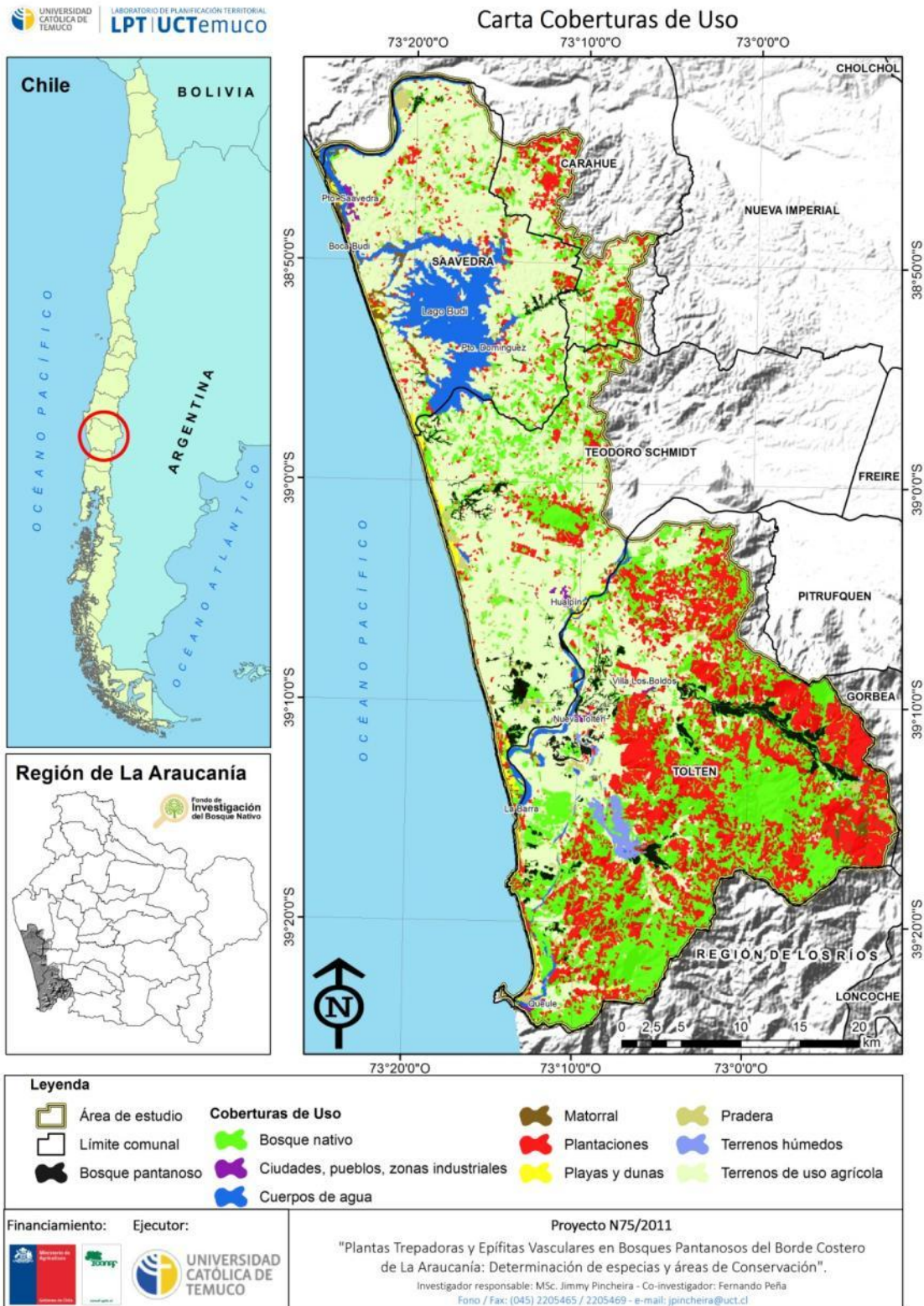


Figura 12. Carta de uso del suelo (se anexa)

3.11. Propuesta de sitios prioritarios para la conservación de trepadoras y epifitas vasculares

Considerando los niveles de diversidad obtenidos en este estudio, los criterios de priorización planteados en el método, la relación positiva con el tamaño del fragmento (Figura 6, Tabla 3, 4, 5), el patrón de anidamiento de la composición de especies (Tabla 6 y 7), los modelos de presión antrópica (distancia a caminos y división predial) (Tabla 8, Figuras 8 y 9), la información complementaria (Figuras 10, 11 y 12), y la consulta a expertos, el conjunto de fragmentos fue posible de ordenar en tres niveles jerárquicos de prioridad (esta información se complementa con en Tabla 9):

- i. **Alto.** Incluye cinco fragmentos de bosque de tamaño medio a grande (50-936ha), estos representan la mayor prioridad de conservación, sobre la base de una alta riqueza de especies Hymenophylaceae (8-10 spp), riqueza total de trepadoras y epifitas vasculares (25-28 spp). El grupo también logra el mayor número de especies amenazadas (3-6 sp) y los niveles más altos promedio del índice de diversidad de Shannon para epifitas (1,79) y trepadoras (1,22).
- ii. **Medio.** Incluye 12 fragmentos de bosque de tamaño medio a pequeño (1-67ha) con una prioridad de conservación menor que la categoría anterior, esto sobre la base de un tamaño promedio menor de fragmento (mayor efecto de la estocasticidad ambiental) y menor índice de diversidad de Shannon promedio para epifitas (1,37) y trepadoras (1,0). Aquí se mantienen un número menor de especies amenazadas (1-3 spp).
- iii. **No prioritario.** Incluye 13 fragmentos de bosque de tamaño pequeño a muy pequeños (0,05-3,9ha), con un muy bajo índice de Shannon promedio para epifitas (0,67) y trepadoras (0,55). Aquí los eventos ambientales y demográficos aleatorios implican un mayor riesgo de extinciones locales para las especies presentes en estos fragmentos. Las especies amenazadas se reducen a un único hallazgo.

En forma específica, este estudio recomienda priorizar los siguientes fragmentos de bosque pantanoso en este orden de priorización: **936 ha, 155 ha, 133 ha, 86 ha y 50 ha** (Tabla 9).

Tabla 9. Niveles y orden de priorización de los fragmentos de bosque pantanosos sobre la base de seis criterios jerárquicos. i) Riqueza de epifitas vasculares de la familia Hymenophyllaceae, ii) riqueza total de plantas trepadoras epifitas vasculares y, iii) Tamaño del fragmento, iv) índice de Shannon para epifitas, v) índice de Shannon para trepadoras y vi) especies amenazadas (Anexo 4). El índice de Shannon fue construido con Información obtenida sólo en los cuadrantes (no incluye especies observadas en la línea del transecto). La riqueza total incluye información obtenida en el cuadrante y línea del transecto. Los criterios fueron validados mediante panel de expertos. HP: Hymenophyllaceae

Nivel	Orden de priorización	Superficie fragmentos (ha)	Riqueza de HP	Epifitas		Trepadoras		Especies amenazadas	Total riqueza
				Riqueza	Shanon	Riqueza	Shanon		
1	1	936	10	15	1,900	8	1,345	5	25
	2	155	10	16	2,111	10	1,125	6	28
	3	133	10	16	1,769	9	1,159	6	27
	4	86	8	12	1,500	11	0,914	3	26
	5	50	9	14	1,703	11	1,595	4	27
2	6	67	9	13	2,100	6	1,139	3	19
	7	55	8	12	1,720	9	1,085	3	23
	8	42	2	6	0,72	8	0,782		16
	9	40	6	12	1,600	8	0,974	2	20
	10	33	8	14	1,600	7	1,399	3	22
	11	22	6	10	1,100	4	0,637	2	15
	12	16	2	6	1,200	2	0,000		10
	13	11	2	7	1,100	3	0,939		12
	14	9,36	6	10	1,375	7	0,969	1	17
	15	7,13	4	10	1,517	7	1,257	1	18
	16	5,5	5	9	1,196	9	1,358		20
17	1	3	8	1,208	9	1,476		19	
3	18	3,9	1	3	0,600	6	1,014		11
	19	3,4	4	8	1,662	3	0,719		13
	20	3	1	5	1,056	8	0,875		14
	21	1,9	3	7	0,846	6	1,283		14
	22	1,8	2	6	0,600	8	0,488		15
	23	0,8	0	2	0,000	3	0,000	1	5
	24	0,7	0	0	0,819	4	0,819		4
	25	0,15	1	3	1,005	2	0,578		5
	26	0,14	1	3	0,607	4	0,861		8
	27	0,13	0	2	0,347	7	0,000		10
	28	0,12	0	0	0,000	5	0,611		6
	29	0,07	0	1	0,000	2	0,578		3
	30	0,05	6	4	1,234	5	0,786		10

En este marco, la estrategia de conservar el fragmento más grande (o los más grandes) sería más efectiva para epifitas que para trepadoras ya que el anidamiento es más fuerte (ver Tabla

7 y Figura 13). Asimismo, conservar el fragmentos más grandes no asegura la representatividad de algunas especies raras como *Serpyllopsis caespitosa*, registrada en el fragmento de 67ha o *Ercilla sp*, observada en el fragmento de 0,81 ha y 50 ha, especies que además fueron categorizadas como En Peligro en este estudio (Anexo 4). Con todo, la evidencia disponible indica que sería posible mantener poblaciones más estables en fragmentos de mayor tamaño (Anexo 1 y 4).

El **fragmento de 936 ha**, no fue el más diverso, sin embargo, considerando la intensidad del muestreo (18 cuadrantes), su localización (alejado de caminos dentro predios medianos a grandes) entre cordones montañoso en la zona alta de la cuenca del río Boldo, se esperaría encontrar mayor diversidad de especies. Aquí se encuentran 10 de las 11 especies de la familia Hymenophyllaceae, incluyendo *Hymenophyllum secundum*, especie poco frecuente y clasificada como Vulnerable (Anexo 4). Otras especies Vulnerables presentes en este fragmento son *Hymenoglossum cruentum*, *Hymenophyllum cuneatum*, *Hymenophyllum pectinatum* e *Hymenophyllum secundum*. El fragmento presenta áreas con bosque adulto muy bien conservado. Actualmente, parte del fragmento está incluido en una zona de protección declarada por la empresa forestal AnChile. Sin embargo, es posible que la mayor amenaza sean las plantaciones forestales que bordean las partes altas de la cuenca (Figura 12).

El **fragmento de 155 ha** se localiza solo a 2km de la costa dentro de la cuenca del río Toltén, esta ciertamente contenido por caminos y dentro de un único predio (Fundo Montemar). Es el más diverso, sin embargo, se observó evidencia de extracción de leña y quemas. Aquí, la Hymenophyllaceae son igualmente representativas que en el fragmento anterior, no obstante aparecen otras especies poco frecuentes en el paisaje como *Grammitis magellanica* y *Griselinia racemosa* categorizadas como Vulnerable y En Peligro, respectivamente (Anexo 4). Otras especies amenazadas presentes en este fragmento son *Hymenoglossum cruentum*, *Hymenophyllum cuneatum*, *Hymenophyllum pectinatum* e *Hymenophyllum secundum*. Varias comunidades indígenas se encuentran presentes próximas al bosque (Figura 11), por lo que puede ser de tremenda importancia como fuente potencial de plantas medicinales y otros productos forestales no madereros.

El **fragmento de 133 ha** está confinado a la cuenca del río Boroa dentro de predios con superficies mayores a 30 ha. Ambos fragmentos presentan evidencia de extracción de leña (como la mayor parte del bosque pantanoso) donde la expansión de las plantaciones forestales

podría constituir la mayor amenaza (Figura 12). Aquí se presentan seis especies amenazadas, *Galium hypocarpium*, *Grammitis magellanica*, *Hymenoglossum cruentum*, *Hymenophyllum cuneatum*, *Hymenophyllum pectinatum* e *Hymenophyllum secundum*. En general, las cuencas del río Boroa, Boldo y Toltén mantienen la mayor diversidad del borde costero (Figura 10).

El **fragmento de 86 ha**, se localiza muy próximo a la costa en la cuenca del río Queule, además de las especies típicas del bosque pantanoso se observa también especies del bosque de olvillo costero (*Aextoxicon punctatum*). El fragmento se encuentra relativamente bien conservado y presenta especies poco frecuentes como *Hydrangea serratifolia*, *Hymenophyllum cuneatum* y *Notanthera heterophylla*, especie que solo fue observada aquí y que en el caso de estas dos últimas fueron clasificadas como Vulnerables (Anexo 4).

Al norte, los **fragmentos de 55ha y 50ha** representan un punto importante de alta diversidad. Si bien tiene mayor prioridad el fragmento de 50 ha, estos bosques forman parte de un red interconectada de espacios húmedos con varios cientos de hectáreas con distintos grados de alteración (estero Chelle), y aunque en algunos puntos es más evidente su degradación aún mantienen áreas bien conservadas. En esta red pueden observarse la mayoría de las Hymenophyllacea y destacan, por otro lado, *Antidaphne punctulata*, hemiparásita que fue categorizada como Vulnerable (Anexo 4) y que sólo fue observada en el fragmento de 55 ha. También se encuentran presentes *Ercilla* sp categorizada como En Peligro, *Hymenoglossum cruentum*, *Hymenophyllum cuneatum* e *Hymenophyllum pectinatum*, clasificadas como Vulnerable. Al igual que la zona anterior, varias comunidades indígenas se encuentran presentes próximas a este sistema (Figura 11). Aquí la amenaza más evidente es la expansión de los espacios de uso agrícolas.

Hacia el oeste del Lago Budi (Puerto Domínguez), en el sector del puente Los Mellizos se localizan dos fragmentos de 11 ha y 16 ha, los cuales forma parte de una franja de bosque pantanoso asociado en el estero Comúe. Si bien no presentaron una alta diversidad, una parte importante de esta franja no fue muestreada y por tanto se desconoce un potencial importante de diversidad. Esta franja representa el bosque mejor conservado en la zona norte del área de estudio, además se encuentra aledaña a comunidades indígenas, por tanto se plantea su importancia real o potencial como uso cultural y valor ambiental. Más al norte, en el límite del área de estudio el fragmento de 42 ha es uno de los más degradados, aislado y pobre en especies. Sin embargo, por su gran tamaño y porque está inserto dentro de

Proyecto n°075/2011 “Plantas trepadoras y epifitas vasculares en bosques pantanosos del borde costero de La Araucanía: determinación de especies y áreas de conservación”. Investigador responsable: Jimmy Pincheira, Co-investigador: Fernando Peña

comunidades indígenas podría tener importancia para la comunidad, aquí la restauración es urgente. Tanto los fragmentos priorizados como los no priorizados ofrecen la oportunidad de restaurarlos incluyendo a la comunidad, de modo de restablecer su estructura y función. De otra forma, los beneficios actuales y potenciales, y el hábitat de muchas especies se perderá.

Proyecto n°075/2011 "Plantas trepadoras y epífitas vasculares en bosques pantanosos del borde costero de La Araucanía: determinación de especies y áreas de conservación". Investigador responsable: Jimmy Pincheira, Co-investigador: Fernando Peña

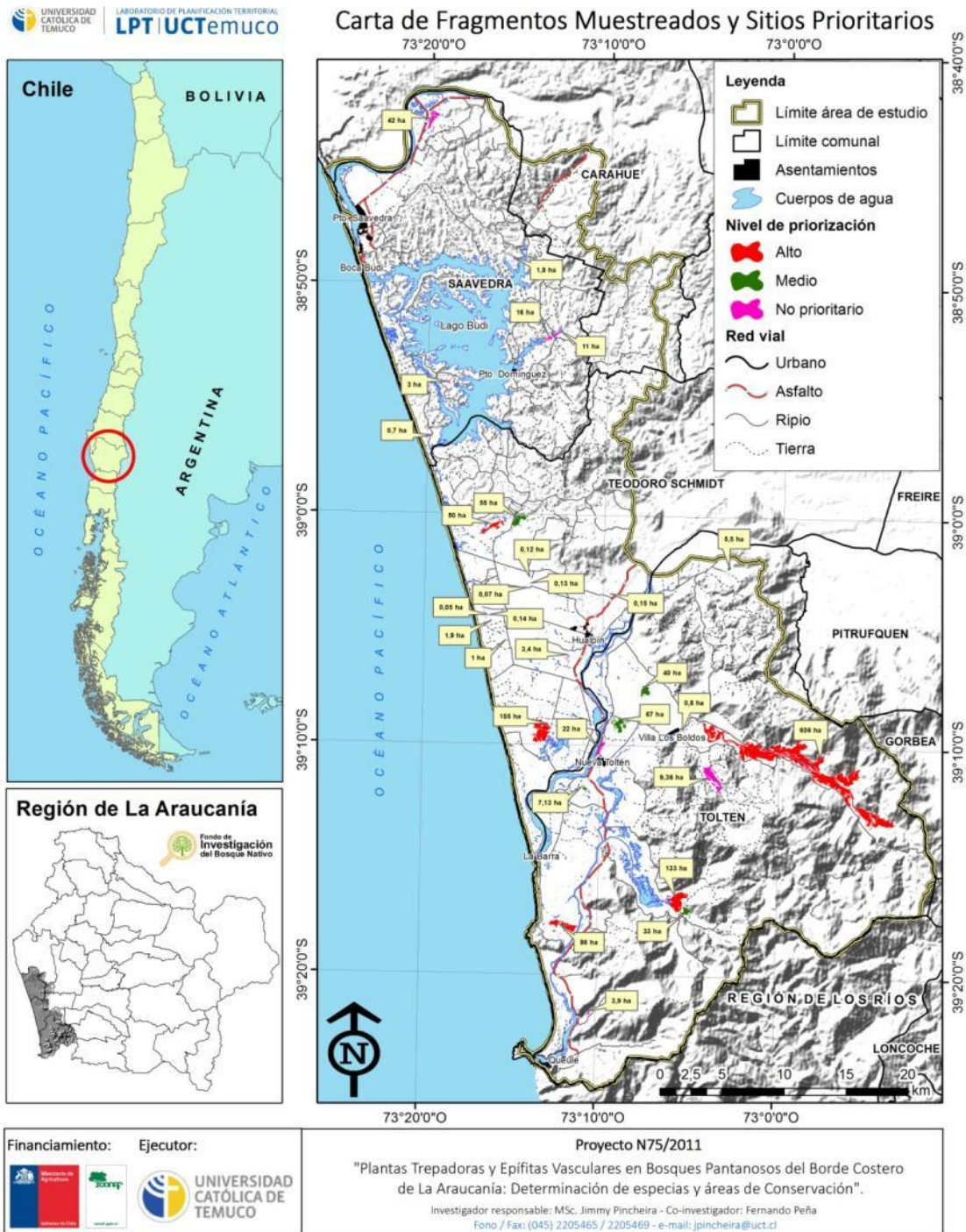


Figura 13. Mapa de fragmentos muestreados y sitios prioritarios (se anexa)

3.12. Presencia de plantas trepadoras y epifitas vasculares en el SNASPE

Se levantó la composición florística de 20 áreas protegidas de un total de 26, de estas seis no contaron con información disponible (la mayoría fue Reservas Nacionales) o la información está incompleta (e.g., Reserva Nacional Valdivia). La mayor similitud con el área de estudio (borde costero de La Araucanía) se logra con la Reserva Nacional Contulmo, el Cerro Ñielol y el Parque Nacional Puyehue. Las trepadoras más frecuente fueron *Mitraria coccinea* y *Campsidium valdivianum* mientras que las epifitas estuvieron representadas por *Hymenophyllum pectinatum* y *Asplenium dareoides*. Sin embargo, mucha de la información disponible tiene una data de más de 10 años, por lo que es imperioso monitorear la composición florística de todas las áreas silvestres protegidas para una adecuada comparación y determinar posibles extinciones locales (Figura 14, Anexo 5).

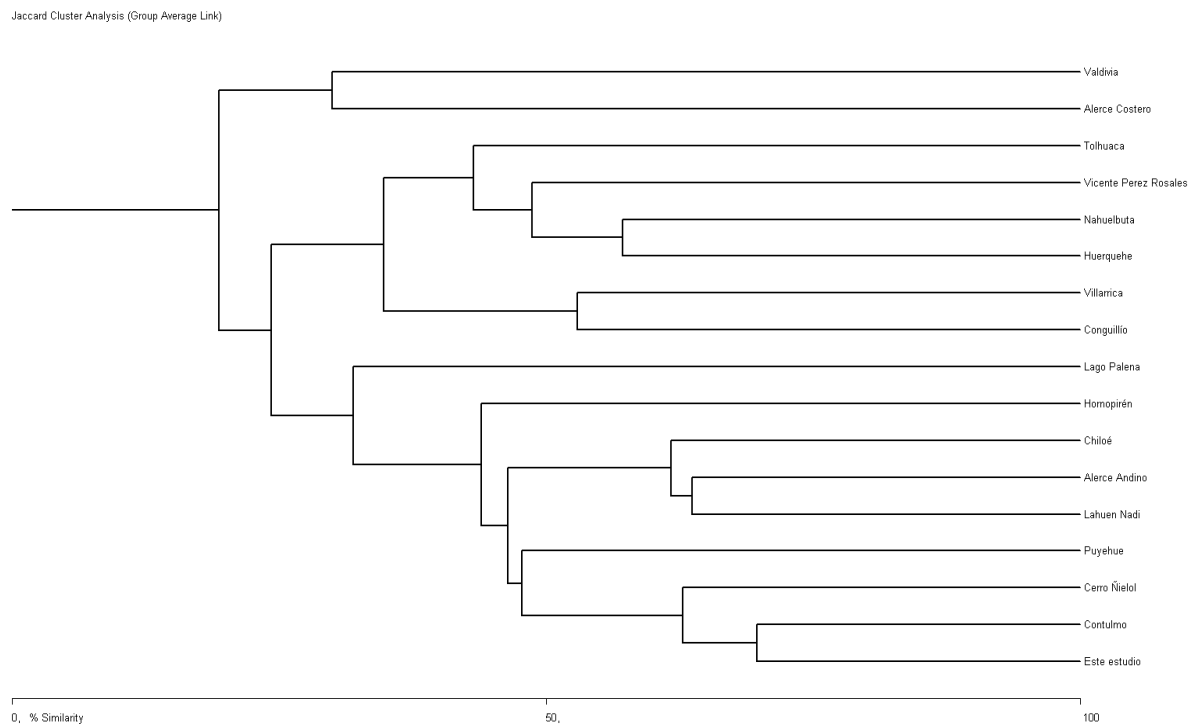


Figura 14. Dendrograma de similitud florística para la Presencia de plantas trepadoras y epifitas vasculares en el SNASPE

DISCUSIÓN

En uno de los primeros estudios a escala regional, Godoy et al. (1981) determinaron 47 especies de Pteridófitos, tanto epífitos como terrestres, para 13 comunidades boscosas de las provincias de Valdivia, Osorno, Llanquihue y Chiloé, siendo las comunidades de Coihue-Ulmo y de Olivillo las con mayor riqueza, con 35 y 27 spp, respectivamente. Para el bosque pantanoso de Temo-Pitra registraron 13 especies de Pteridófitos, de los cuales sólo 7 correspondieron a epifitos. En un estudio más reciente, Smith Ramírez et al. (2005) encontraron 18 especies epifitas y 16 trepadoras para la región costera que incluye Valdivia, Osorno y Llanquihue. Estos hallazgos implican que comparativamente la riqueza de epifitas levantada en este estudio (bosque pantanoso del borde costero de La Araucanía) es casi tan alta como la máxima esperada para la región costera mejor conservada de más al sur (Smith Ramírez et al. 2005), tanto para epifitas (17 vs 18 especies) como trepadoras (14 vs 16 especies).

A escala de hábitat o local, este estudio mostró un máximo de 11 especies trepadoras (fragmentos de 86 ha y 50 ha) y 16 especies epifitas (fragmentos de 156 ha y 133 ha). En este marco, Pincheira-Ulbrich (2011) resume la información disponible de diversidad de ambos grupos de plantas en el periodo 2000 y 2010 en los bosques templados, estudio que muestra una riqueza de epifitas vasculares y plantas trepadoras a escala de hábitat que varía entre 8 a 16 especies para epifitas, y entre 6 a 14 especies, para trepadoras. El estudio citado muestra que en la Depresión Intermedia de La Araucanía la diversidad sería algo menor, tal como lo registra San Martín et al. (2008) y Ramírez et al. (1989) en un bosque de olivillo del sector Rucamanque (cerca de Temuco) donde encontraron 8 especies epifitas y 11 trepadoras. Al norte, el número de trepadora tiende a disminuir llegando a 7 especies en el Parque Nacional Nahuelbuta (Jiménez-Castillo et al. 2007) y 8 especies en el área suroccidental de la cordillera de costa de la región del Maule (aunque se mezcla con elementos florísticos de distribución mediterránea) (Stoll et al. 2006). En esta misma zona, los últimos registros de epifitas vasculares (Hymenophyllaceae) se encuentran en quebradas localizadas en el límite sur de la Región del Maule (Stoll y Hahn 2004).

En el otro extremo del bosque templado, Muñoz et al. (2003) encontraron 14 especies de epifitas vasculares y 6 trepadoras en el centro de la Isla de Chiloé, mientras que Díaz et al. (2010) en el Parque Nacional Chiloé encontraron 15 especies epifitas. Al sur, en un conjunto de islas en el Archipiélago de los Chonos (Región de Aysén), Álvarez et al. (2010) encontraron 16

epifitas vasculares y 10 trepadoras. Más al sur en las cuencas de los ríos Baker y Pascua se registraron 7 epifitas y 8 trepadoras (Rodríguez et al. 2008).

Estos hallazgos, reafirma la importancia de los bosques pantanosos del borde costero de La Araucanía y la comunidad boscosa de temo y pitra como importante reservorio de especies con problemas de conservación. Particularmente, debe considerarse **que el borde costero a pesar de su fuerte degradación aún mantiene una alta riqueza de especies, sin embargo es posible que las abundancias relativas de algunas especies se encuentren en un proceso de reducción especialmente en fragmentos pequeños.**

A escala de hábitat, este estudio mostró que i) el incremento del diámetro de los árboles (DAP) ejerció un efecto débilmente positivo significativo sobre la riqueza y abundancia de plantas trepadoras y epifitas vasculares, ii) el incremento de la luminosidad (apertura del dosel) no afectó significativamente la variación de estos parámetros en ambos ensambles, sin embargo, **los actuales umbrales de apertura del dosel mantienen la riqueza y abundancia de las especies**, iii) la composición de especies no se diferenció significativamente entre especies forofitas o sustratos, sin embargo iv) **la abundancia presentó proporciones significativamente diferentes entre los distintos sustratos.**

En este marco, Carrasco-Urra y Gianoli (2009) demostraron que la **abundancia** de plantas trepadoras no depende de la **disponibilidad de luz** ni de las **especies forofitas** per se, sino del **diámetro** del tronco. Opuestamente, Muñoz et al. (2003) demostraron que la **abundancia** y **riqueza** de algunas especies de epifitas y trepadoras cambia en forma significativa entre las especies forófitas. Estos mismos autores demuestran preferencia de algunas especies epifitas por árboles con diámetros grandes. Sin embargo, San Martín et al. (2008) sólo pudieron demostrar esta relación para una especie de Hymenophyllum spp. La variación entre estos hallazgos puede fundamentarse en las diferentes estructuras de los bosques estudiados y las diferentes aproximaciones metodológicas de muestreo y análisis de datos, no obstante la relación entre luminosidad-diversidad o diámetro-diversidad no parecen ser explicadas apropiadamente por una correlación lineal. Al respecto, los hallazgos de este estudio permiten concluir que **ciertos umbrales de luminosidad (13%-27% de apertura del dosel) permiten el desarrollo óptimo de ambos grupos de plantas y la mantención de la diversidad.**

Las plantas trepadoras y las epifitas vasculares no se distribuyen del mismo modo en el bosque. Las epifitas parecen ser más fuertemente afectadas por la apertura del dosel que las trepadoras. La exposición más húmeda en los primeros metros del tronco proporcionaría mejores condiciones de microhábitats para las epifitas, mientras que las especies trepadoras preferirían sitios con mayor radiación solar directa (Muñoz et al., 2003; Woda et al., 2006; San Martín et al., 2008; Parra et al., 2009). Parra et al. (2009) mostraron que los helechos tienden a concentrarse en la parte baja del tronco, pero se evidenció una variación de especies de Hymenophyllaceae tanto con la altura del tronco como entre las especies forofitas (a diferencia del presente estudio donde solo hubo diferencias significativas en la abundancia y no en composición). Según los autores, esto dependería principalmente del gradiente de humedad relativa y en segundo término, de la intensidad de la luz, factores que contribuyen a determinar el cambio en el microhábitat.

Los patrones de riqueza de especies y composición florística a escala de paisaje han sido poco estudiados en la región de los bosques templados de Sudamérica. Aquí es posible mencionar el estudio de Jiménez-Castillo et al. (2007), autores que encontraron una correlación negativa significativa entre la riqueza de especies y la altitud sugiriendo intolerancia al frío. Al respecto, considerando el conocimiento actual, este informe da cuenta por primera vez de la riqueza, distribución y abundancia de plantas trepadoras y epifitas vasculares en fragmentos de bosques pantanosos a escala de paisaje y en un amplio territorio (el borde costero de La Araucanía). Los resultados más relevantes permiten concluir que el tamaño de los fragmentos de bosque ejerce un fuerte efecto sobre la diversidad (abundancia y riqueza) de ambos grupos de plantas **no obstante las epifitas son más fuertemente afectadas que las trepadoras. Asimismo, se constata un mayor recambio de especies de trepadoras que epifitas entre fragmentos de bosque, con una mayor proporción de la riqueza de trepadoras en fragmentos pequeños, en los cuales las epifitas tienden a desaparecer.**

Ambos grupos de plantas dependen casi exclusivamente de los ecosistemas boscosos, por lo que la reducción del hábitat o su deterioro ejerce efectos significativos sobre la diversidad de estas plantas, tal como se ha documentado para arbustos (e.g., Cagnolo et al. 2006, Echeverría et al. 2007), árboles (e.g., Bustamante y Castor 1998, Grez et al. 1998, Rau et al. 2006, Pincheira-Ulbrich et al. 2008), y recientemente en plantas trepadoras y epifitas vasculares (Malizia y Grau 2008, Köster et al. 2009, Pincheira-Ulbrich et al. 2012).

Los ecosistemas boscosos están siendo amenazados por la creciente expansión de la frontera silvoagropecuaria, donde bosques que eran originalmente continuos y/o estaban conectados, presentan actualmente evidencia de fragmentación y aislamiento a escala global y en Chile (e.g. Vitousek et al.1997, Laurence et al. 2002, Echeverría et al. 2006). Claramente esto requiere acciones urgentes para conservar la biodiversidad en estos espacios degradados, esfuerzos que se enmarcan en los compromisos internacionales firmados por Chile (Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de América [1967], Convención sobre Comercio Internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestre [1975], Convenio de la Diversidad Biológica de [1992], entre otros) y la actual institucionalidad ambiental instaurada desde el año 2010 (Ley 20.417 de 2010).

RECOMENDACIONES

1. Dada la baja o nula representatividad del ecosistema de bosque pantanoso al interior del SNASPE se requiere efectuar los esfuerzos para que estos bosques queden protegidos bajo alguna categoría de conservación que permita su resguardo en el tiempo.
2. Es urgente contribuir en forma concreta a la conservación de los últimos remanentes de bosque pantanoso de la región, por lo que se recomienda establecer un plan de conservación específico en donde se considere el monitoreo de las poblaciones, así como un plan de gestión que coordine acciones e instituciones en pro de la conservación de este sistema natural fragmentado y frágil.
3. Es necesario incluir a campesinos, propietarios de bosques y a la población en general, en programas de educación ambiental integrados con la nueva política de uso sustentable del bosque nativo, de modo de valorar los usos directos e indirectos de los bosques haciendo uso de de las herramientas y financiamiento para manejar y restaurar estos ecosistemas.

AGRADECIMIENTOS

A Elías Andrade, Erwin Vázquez, Enrique Hauenstein, Ulises Sambrano, María Jesús Vargas, Alvaro Montaña, Erna Chaparro, Elías Painevilo y Rodrigo Cid por su colaboración en terreno. A Enrique Hauenstein, Diego Alarcón, Liliana Casaa, Cristian Larsen, Jonathan Urrutia, Patricio Novoa y al Herbario CONC, por su generosa contribución en la identificación de especies raras. A Daniel Rozas y Elías Andrade por la dedicación en la elaboración cartográfica y base de datos. A CORMA por el obsequio de 20 libros que fueron entregados a campesinos y propietarios de bosque. Al Laboratorio de Planificación Territorial por brindar el tiempo y el espacio de trabajo. Al programa de Doctorado en Sistemática y Biodiversidad (Universidad de Concepción) por su contribución metodológica. Finalmente a los pequeños propietarios, administradores y dueños de fundo por facilitarnos las condiciones de acceso a los predios.

Referencias

ÁLVAREZ M, C SAN MARTÍN, CARLOS NOVOA, G TOLEDO, C RAMÍREZ (2010). Diversidad florística, vegetal y de hábitats en el archipiélago de Los Chonos (Región de Aisén, Chile). Anales Instituto Patagonia (Chile): 38(1):35-56

ALMEIDA-NETO M, W ULRICH (2011). A straightforward computational approach for measuring nestedness using quantitative matrices. Environmental Modelling & Software 26: 173-178.

ATMAR W, B PATTERSON (1993). The measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitat. Oecologia 96: 373-382.

BAEZA M, E BARRERA, J FLORES, C RAMÍREZ, R RODRÍGUEZ (1998). Categorías de conservación de Pteridophyta nativas de Chile. Boletín del Museo Nacional de Historia Natural 47: 23 – 46

BENGOA, J., (1990). Historia social de la agricultura chilena. Tomo II. Haciendas y Campesinos. Ediciones Sur, Santiago, Chile.

BENGOA, J. (1991). Historia del Pueblo Mapuche (siglos XIX y XX). Ediciones Sur, Santiago, Chile.

BENOIT, I. L. (Ed.). (1989a). Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Primera parte). CONAF, Santiago. 157 pp.

BENOIT, I. L. (ed.). (1989b). Red Data Book on Chilean Terrestrial Flora. (Part One). CONAF, Santiago. pp. 165.

BROWER J, J ZAR, C VON ENDE (1990) Field and laboratory methods for general ecology. Brown Publishers. Dubuque USA.

BUSTAMANTE R, C CASTOR (1998). The decline of an endangered temperate ecosystem: the ruiñ (*Nothofagus alessandrii*) forest in central Chile. Biodiversity and Conservation 7:1607-1626

Proyecto n°075/2011 "Plantas trepadoras y epifitas vasculares en bosques pantanosos del borde costero de La Araucanía: determinación de especies y áreas de conservación". Investigador responsable: Jimmy Pincheira, Co-investigador: Fernando Peña

BYERS C, R STEINHORST, P KRAUSMAN (1984) Clarification of a technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management*. 48: 1050-1053.

CAGNOLO, L., M. CABIDO, G. VALLADARES (2006). Plant species richness in the Chaco Serrano Woodland from central Argentina: Ecological traits and habitat fragmentation effects. *Biological Conservation* 132: 510-519.

CARRASCO-URRA, F, E GIANOLI (2009). Abundance of climbing plants in a southern temperate rain forest: host tree characteristics or light availability. *Journal of Vegetation Science* 20: 1155-1162.

CATRIQUIR, D, T DURÁN. (2005). Günezuamgerpun mew epu xokiñ raquizuam. Abriendo cauces de conversación entre pensamiento. *Anthropos*, 207, 97e108.

Clarke K, R Gorley (2006). PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E, Plymouth.

CORREA-ARANEDA F, J URRITIA, R FIGUEROA (2011). Estado del conocimiento y principales amenazas de los humedales boscosos de agua dulce de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 84: 325-340.

DECRETO 29 (2012). Reglamento Para la Clasificación de Especies Silvestres Según Estado de Conservación. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago de Chile.

DECRETO SUPREMO75 (2005). Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago de Chile.

DÍAZ I, K SIEVING, M PEÑA-FOXON, J LARRAÍN, J. ARMESTO (2010). Epiphyte diversity and biomass loads of canopy emergent trees in Chilean temperate rain forests: A neglected functional component. *Forest Ecology and Management* 259: 1490-1501.

DI CASTRI F, E HAJEK (1976). Bioclimatología de Chile. Santiago, Chile. Editorial Universidad Católica de Chile. 163 pp.

DIEM J, J DE LICHTENSTEIN (1959). Las Himenofiláceas del área argentino-chilena del sud. Darwiniana 11: 611-760.

DONOSO C (1993). Bosques templados de Chile y Argentina. Tercera edición. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 483 p.

ECHVERRÍA C, A NEWTON, A LARA, J REY BENAYAS, D COOMES (2007). Impacts of forest fragmentation on species composition and forest structure in the temperate landscape of southern Chile. Global Ecology and Biogeography 16: 426-439.

FLORES-PALACIOS A, J GARCÍA-FRANCO (2001) Sampling methods for vascular epiphytes: their effectiveness in recording species richness and frequency. Selbyana 22: 181-191.

GISSI N (2004). Segregación espacial mapuche en la ciudad: ¿Negación o revitalización identitaria. Revista de Urbanismo, N°9, Departamento de Urbanismo, Universidad de Chile. Santiago de Chile.
http://revistaurbanismo.uchile.cl/CDA/urb_issue/0,1308,ISID%253D315,00.html

GREZ A, R BUSTAMANTE, J SIMONETTI, L FAHRIG (1998). Landscape ecology, deforestation, and forest fragmentation: the case of the ruil forest in Chile. En: Salinas-Chaves, E. & Middleton, J. (eds.), La ecología del paisaje como base para el desarrollo sustentable en América latina / Landscape ecology as a tool for sustainable development in Latin america. Libro electrónico. URL: <http://www.conservacion.cl/Quienes/JAS/084.pdf>

GODOY R, C RAMÍREZ, H FIGUEROA, E HAUENSTEIN (1981). Estudios ecosociológicos en pteridofitos de comunidades boscosas valdivianas, Chile. Bosque 4:13-24.

GOTELLI, N.J. AND G.L. ENTSMINGER. (2012). EcoSim 7.72. Acquired Intelligence, Inc.

GÜNCKEL H (1983). Helechos de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago.

HALL L, P KRAUSMAN, M MORRISON (1997). The habitat concept and a plea for standard terminology. Wildlife Soc Bull 25:173–182

Proyecto n°075/2011 "Plantas trepadoras y epifitas vasculares en bosques pantanosos del borde costero de La Araucanía: determinación de especies y áreas de conservación". Investigador responsable: Jimmy Pincheira, Co-investigador: Fernando Peña

JIMÉNEZ-CASTILLO M, WISER S, LUSK C (2007). Elevation parallels of latitudinal variation in the proportion of lianas in woody floras. *Journal of Biogeography* 34:163-168.

KÖSTER, N., K. FRIEDRICH, J. NIEDER, W. BARTHLOTT (2009). Conservation of epiphyte diversity in an Andean landscape transformed by human land use. *Conserv. Biol.* 23: 911-919.

LEY 20.417 (2010). Crea el Ministerio, el Servicio de evaluación ambiental y la Superintendencia del medio ambiente. Ministerio Secretaría General de La Presidencia. Santiago de Chile.

LAURENCE W, A ALBERNAZ, G SCHROTH, P FEARNSIDE, S BERGEN, E VENTICINQUE, C DA COSTA (2002). Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. *Journal of Biogeography* 29: 737-748.

LOMOLINO M V (1996). Investigating causality of nestedness of insular communities: selective immigration or extinction. *J. Biogeogr.* 23: 699-703.

MCALEECE, N., P. LAMBSHEAD, G. PATERSON & J. CAGE. 1997. *Biodiversity Professional (V.2.0)*. Natural History Museum and Scottish Association for Marine Science.
[URL: http://www.smi.ac.uk/peter-lamont/biodiversity-pro?searchterm=Biodiversity+Professional](http://www.smi.ac.uk/peter-lamont/biodiversity-pro?searchterm=Biodiversity+Professional)

MACARTHUR R, E WILSON (2001). *The theory of island biogeography*. Second Edition. Princeton University Press, Princeton, United States of America.

MALIZIA, A. & R. GRAU. 2008. Landscape context and microenvironment influences on liana communities within treefall gaps. *J. Veget. Sci.* 19: 597-604.

MARTICORENA C, R RODRÍGUEZ (1995). *Flora de Chile. Vol I Pteridophyta-Gymnospermae*. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

MARTICORENA A, D ALARCÓN, L ABELLO, C ATALA (2010). *Plantas trepadoras, epifitas y parásitas nativas de Chile. Guía de Campo*. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile.

MORENO C (2001) Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

MONDRAGÓN D (2011). Guidelines for collecting demographic data for population dynamics studies on vascular epiphytes. *Journal of the Torrey Botanical Society* 138(3), 327-335

MUÑOZ A, P CHACON, F PEREZ, E BARNERT, J ARMESTO (2003). Diversity and host tree preferences of vascular epiphytes and vines in a temperate rainforest in southern Chile. *Australian Journal of Botany* 51:381-391

Organización De Cooperación Y Desarrollo Económicos - Comisión Económica Para América Latina Y El Caribe Chile (OCDE-CEPAL) (2005). Evaluación del desempeño ambiental - Chile. Naciones Unidas.

PARRA, M., K. ACUÑA, L. CORCUERA Y A SALDAÑA (2009). Vertical distribution of Hymenophyllaceae species among host tree microhabitats in a temperate rain forest in Southern Chile. *Journal of Vegetation Science* 20: 588-595.

PATTERSON B D, W ATMAR (1986). Nested subsets and the structure of insular mammalian faunas and archipelagos. *Biological Journal of the Linnean Society* 28:65-82

PEÑA-CORTÉS F, J PINCHEIRA-ULBRICH, C BERTRÁN, J TAPIA, E HAUENSTEIN, E FERNÁNDEZ, D ROZAS (2011). A study of the geographic distribution of swamp forest in the coastal zone of the Araucanía Region, Chile. *Applied Geography* 31(2):545-555

PEÑA-CORTÉS, F., M ESCALONA-ULLOA, G REBOLLEDO, J PINCHEIRA-ULBRICH, O TORRES-ÁLVAREZ (2009). Efecto del cambio en el uso del suelo en la economía local: una perspectiva histórica en el borde costero de La Araucanía, Sur de Chile. In: Confalonieri U., Mendoza, M., Fernández, L. (Eds.) Efecto de los cambios globales sobre la salud humana y la seguridad alimentaria. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Publicado por RED CYTED 406RT0285. Buenos Aires, Argentina, pp. 184-197.

PINCHEIRA-ULBRICH J, J R RAU & E HAUENSTEIN (2008). Diversidad de árboles y arbustos en fragmentos de bosque nativo en el sur de Chile. *Phyton* 77: 221-227.

PINCHEIRA-ULBRICH J, J R RAU, C SMITH-RAMIREZ (2012). Diversidad De plantas trepadoras y epifitas vasculares en un paisaje agroforestal Del sur De Chile: una comparación entre fragmentos de bosque nativo. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 47(3-4):411-426

PINCHEIRA-ULBRICH J, RAU J R, F. PEÑA-CORTÉS (2009). Tamaño y forma de fragmentos de bosque y su relación con la riqueza de especies de árboles y arbustos. Phytom, International Journal of Experimental Botany 78: 121-128.

PRODAN M, R PETERS, F COX, P REAL (1997). Mensura Forestal. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 586 pp.

RICCI M (1996). Variation in distribution and abundance of the endemic flora of Juan Fernnndez Islands, Chile. Pteridophyta. Biodiversity and Conservation 5:1521-1532

RAMÍREZ C, E HAUENSTEIN, J SAN MARTÍN, D CONTRERAS (1989). Study of the flora of Rucamanque, Cautin province, Chile. Ann. Missouri Bot. Gard. 76: 444-453.

RAU J, A GANTZ, L MONTENEGRO, A APARICIO, P VARGAS-ALMONACID, M CASANUEVA, J STUARDO, J CRESPO. 2006. Efectos de la fragmentación del hábitat sobre la biodiversidad de aves terrestres y acuáticas, árboles y micromoluscos terrestres del centro-sur de Chile. En: Grez A, Simonetti J, R Bustamante (eds.), Biodiversidad en ambientes fragmentados de Chile: patrones y procesos a diferentes escalas: Programa Interdisciplinario de Estudios en Biodiversidad, pp. 143-156. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

RODIGUEZ R, A MARTICORENA, E TENEB (2008). Plantas vasculares de los Rios Baker y Pascua, Región de Aisén, Chile. Gayana Botanica 65(1):39-70

RODRÍGUEZ R, ALARCÓN D, J ESPEJO (2009). Helechos nativos del centro y sur de Chile. Guía de campo. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile.

SAN MARTÍN J, A ESPINOSA, S ZANETTI, E HAUENSTEIN, N OJEDA, C ARRAIGA (2008). Composición y estructura de la vegetación epífita vascular en un bosque primario de Olivillo (*Aextoxicom punctatum* R. et P.) en el sur de Chile. Ecol. Austral 18: 1-11.

SIEGEL S, N CASTELLAN (1988) Nonparametric statistics for the behavioural science. McGraw-Hill, International edition.

SMITH-RAMÍREZ C, P PLISCOFF, S TEILLIER, E. BARRERA (2005). Patrones de riqueza y distribución de la flora vascular en la Cordillera de la Costa de Valdivia, Osorno, y Llanquihue, Chile. En: Smith-Ramírez C, J Armesto, C Valdovinos (eds.), pp. 253-277. Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

STATSOFT INC. (1999). Statistica for Windows [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc., 2300 East 14th Street, Tulsa, OK 74104, phone: (918) 749-1119, fax: (918) 749 Stoll y Hahn 2004

STOLL A, C SEPULVEDA J SAN MARTÍN (2006). Patrón florístico-estructural de la vegetación nativa remanente en el límite norte del Bosque Templado Costero de Chile: el caso de la quebrada Cayurranquil (VII Región, Chile). Bosque 27(1): 64-71

STOLL A, S HAHN (2004). Nuevos registros extienden distribuciones de tres especies de Hymenophyllaceae (pteridophyta) a la Región del Maule, Chile. Gayana Botanica 61(1): 45-47

IUCN (2012). Directrices para el uso de los Criterios de la Lista Roja de la UICN a nivel regional y nacional: Versión 4.0. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. iii + 43pp.

Originalmente publicado como Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels: Version 4.0.

IUCN Standards and Petitions Subcommittee (2010). Guidelines for Using the IUCN Red List Categories and Criteria. Version 8.1. Prepared by the Standards and Petitions Subcommittee in March 2010

IUCN. (2001). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. ii + 33 pp.

ULRICH W, ALMEDIDA-NETO M & N GOTELLI (2009). A consumer's guide to nestedness analysis. Oikos 118: 3-17.

ULRICH W, M ZALEWSKI & A UVAROV (2012). Spatial Distribution and Species Co-Occurrence in Soil Invertebrate and Plant Communities on Northern Taiga Islands. *Ann. Zool. Fennici* 49: 161-173

VALENCIA-PACHECO E, J AVARIA-LLAUTUREO, C MUÑOZ-ESCOBAR, D BORIC-BARGETTO, C E HERNÁNDEZ (2011). Patrones de distribución geográfica de la riqueza de especies de roedores de la tribu Oryzomyini (Rodentia: Sigmodontinae) en Sudamérica: Evaluando la importancia de los procesos de colonización y extinción. *Rev. chil. hist. nat.* 84(3): 365-377

VITOUSEK P, H MOONEY, J LUBCHENCO, J MELILLO (1997). Human Domination of Earth's Ecosystems. *Science* 277:494-499.

WODA C, HUBER A, A DOHRENBUSCH (2006). Vegetación epifita y captación de neblina en bosques siempreverdes en la Cordillera Pelada, sur de Chile. *Bosque* 27(3): 231-240.

WOLF J, R GRANDSTEIN, N NADKARNI (2009). A protocol for sampling vascular epiphyte richness and abundance. *Journal of Tropical Ecology*. 107-121.

Minuta de correcciones del Proyecto N°075/2011:

“Plantas trepadoras y epifitas vasculares en bosques pantanosos del borde costero de La Araucanía: determinación de especies y áreas de conservación”.

Investigador responsable: MSc. Jimmy Pincheira Ulbrich.

Co-investigador: Dr. Fernando Peña Cortés.

Este documento recoge las observaciones efectuadas por escrito el día 11 de diciembre de 2013 y en reunión sostenida el día 06 de enero de 2014, de acuerdo a lo siguiente:

1. Objetivo 1: *Revisar la descripción de los resultados, pues presenta ciertas incongruencias entre los datos del anexo 1 y la descripción de los resultados

Se redactó parte de la sección 3.1 incluyendo específicamente la información relativa al número de familias, el enunciado de los fragmentos más abundantes y el número de cuadrantes muestreados en el fragmento de 67 ha en el Anexo 1. Así también se corrigieron los porcentajes.

2. Explicar los argumentos que definen a 4 especies como las más raras por presentarse entre 2 y 4 cuadrantes, existiendo 18 especies presentes entre 1 y 4 cuadrantes acorde al anexo 2.

Se redactó nuevamente la sección 2.12 donde se describe más específicamente los criterios de clasificación de las especies y los ajustes empleados para subir o bajar una categoría UICN (2001). De este modo se explica más claramente las razones del porque no todas las especies fueron clasificadas. Por su parte, se amplió y actualizó la revisión bibliográfica de la fundamentación de la clasificación de las especies del Anexo 4, esto determinó pequeños cambios en la clasificación de las especies con la nueva literatura disponible (sección 3.9).

3. Explicar para qué especies realizó el análisis de resultados de frecuencia de ocurrencia, pues no se pueden desprender estos datos del anexo 2.

En la sección 2.5 se corrigió la forma de cálculo de la Frecuencia de Ocurrencia para las especies y se caracterizó en forma más precisa este procedimiento. Se amplió este cálculo a nivel de individuo arbóreo para una mejor comprensión de los resultados del Anexo 3. se cambió la palabra presencia por presencia en esta tabla. Estos cambios también se muestran en la sección 3.2.

4. Objetivo 2: * Revisar la descripción de los resultados, pues presenta ciertas incongruencias entre los gráficos y tablas del informe y la descripción de los resultados

Se corrigieron algunos valores que presentaban errores de tipeo.

5. Explicar por qué en el punto 3.5 realiza su análisis en relación a especies forofitas que no menciona en el Anexo 1. Entendiéndose que este anexo describe la riqueza del bosque pantanoso.

Se construyó un nuevo anexo, el Anexo 2, con la riqueza y composición florística de forofitos. Esto incluyó su abundancia y familia. De este modo la sección 3.1 se entiende más claramente cuáles son las epifitas accidentales.

6. Objetivo 3: *Desarrollar el Modelo de distribución espacial potencial de las especies.

Dado a la escasa presencia de bosques en el borde costero, la baja representación de estaciones meteorológica (poca variación de las variables ambientales a escala de paisaje), y considerando que las trepadoras y epifitas no crecen fuera del bosque, se decidió no elaborar un modelo espacial de distribución potencial sino que se construyeron modelos de regresión para determinar el número de especies probables de encontrar en los fragmentos no muestreados, tal como se acordó en reunión del día 06 de enero de 2014. La construcción de estos modelos aparece al final de la sección 2.10 y los resultados al final de la sección 3.7.

7. A. Explicar mejor el Modelo de presión antrópica, pues se entiende que sobrepondría la capa de presión antrópica a la capa de fragmentación para determinar las áreas con mayor amenaza. B. Definir el nivel de priorización alto y medio que expresa en el mapa “Carta de fragmentos muestreados y sitios prioritarios” (solo hay un listado de orden prioritario) y adjuntar el mapa “Carta de fragmentos muestreados y sitios prioritarios”. C. Dado que se entiende que su propuesta de sitios prioritarios sería un resultado de un análisis multivariado a través del análisis cartográfico y que sería consultada a un grupo de experto, se solicita la matriz, el modelo, el resultado gráfico (cobertura y su base de dato alfanumérica) y la metadata en la que explique los campos y códigos utilizados.

Se reelaboro la sección 2.14. Se caracterizó más precisamente el enfoque metodológico del estudio. Se hacen explícitos los criterios utilizados, el tratamiento de la información, la forma de clasificación de los tres niveles de prioridad y el rol del panel de expertos. Se adjunta el mapa “Carta de fragmentos muestreados y sitios prioritarios”. Como se explico en reunión del día 06 de enero de 2014 no fue necesario efectuar un análisis multivariado estadístico, sino que este análisis tuvo un enfoque mixto donde los análisis y cartografía se presentaron al Panel De Expertos, lo cual permitió el ajuste y validación de los sitios priorizados. Los resultados se muestran en la sección 3,11 y Tabla 9. Aquí se reelaboro el texto y se entregaron mayores antecedentes para justificar la clasificación.

8. en el mapa “Bosques Pantanosos” se solicita definir el marco o cartográfico (proyección)

En la sección 2.13 se precisa la Proyección, el huso y los datos geodésicos.

Proyecto n°075/2011 "Plantas trepadoras y epifitas vasculares en bosques pantanosos del borde costero de La Araucanía: determinación de especies y áreas de conservación". Investigador responsable: Jimmy Pincheira, Co-investigador: Fernando Peña

9. En los resultados indica que es imposible comparar la información de riqueza del SNASPE con los resultados obtenidos por que la información recopilada data de más de 10 años la información, pero recomienda proteger los bosques por su baja representatividad en el SNASPE.

En la sección 2.15 se efectuó un análisis de similitud florística de modo de comparar los resultados a un nivel exploratorio con las otras áreas protegidas considerando la falta de información y data de las fuentes consultadas. El resultado aparece en la sección 3.12.

10. Aspectos de forma: Insertar nuevamente los anexos al informe para mejor entendimiento del documento.

Se insertaron los anexos al final del informe final.

Proyecto N°075/2011

Investigador responsable: Jimmy M. Pincheira Ulbrich

Co-Investigador: Fernando Peña Cortés

Anexo 5. Presencia de plantas trepadoras y epifitas vasculares en el SNASPE

n	Nombre científico	Monumento Natural																			Parque Nacional										Reserva Nacional									
		Cerro Rielol	Contulmo	Alerce Costero	Lahuen Nadi	Conguillío	Huerquehue	Nahuelbuta	Tolhuaca	Villarrica	Alerce Andino	Hornopirén	Vicente Pérez Rosales	Puyehue	Chiloé	Corcovado	Nalca	Villarrica	China Muerta	Alto Biobío	Malacahuello	Malleco	Mocho-Choshuenco	Valdivia	Llanquihue	Lago Palena	Fuzalarfú													
1	<i>Asplenium dareoides</i> Desv.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
2	<i>Asplenium trilobum</i> Cav.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
3	<i>Boquila trifoliolata</i> Decne.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
5	<i>Campsidium valdivianum</i> (Phil.) Skottsdb.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
6	<i>Cissus striata</i> Ruiz & Pav.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
7	<i>Dioscorea auriculata</i> Poepp.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
9	<i>Ercilla spp*</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
10	<i>Fascicularia bicolor</i> (R. et P.) Mez	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
11	<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Fosberg	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
12	<i>Grammitis magellanica</i> A.N. Desv.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
13	<i>Griselinia racemosa</i> (Phil.) Taub.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
15	<i>Hydrangea serratifolia</i> (Hook. & Arn.) F. Phil.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
16	<i>Hymenoglossum cruentum</i> (Cav.) K. Presl	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
17	<i>Hymenophyllum caudiculatum</i> Mart. var. <i>productum</i> (K. Presl) C. Chr.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
18	<i>Hymenophyllum cuneatum</i> Kunze.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
19	<i>Hymenophyllum darwinii</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
20	<i>Hymenophyllum dentatum</i> Cav.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
21	<i>Hymenophyllum dicranotrichum</i> (K. Presl) Hook. Ex Sadeb	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
22	<i>Hymenophyllum krauseanum</i> Phil.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
23	<i>Hymenophyllum pectinatum</i> Cav.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
24	<i>Hymenophyllum peltatum</i> (Poir.) Desv.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
25	<i>Hymenophyllum plicatum</i> Kaulf.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
26	<i>Hymenophyllum secundum</i> Hook. et Grev.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
27	<i>Lapageria rosea</i> Ruiz & Pav.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
28	<i>Luzuriaga polyphylla</i> (Hook.) Macbr	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
29	<i>Luzuriaga radicans</i> Ruiz & Pav	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
30	<i>Mitraria coccinea</i> Cav.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
31	<i>Muehlenbeckia Hastulata</i> (L.E. Sm.) Johnst.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
32	<i>Nertera granadensis</i> (Mutis ex L.f.) Druce	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
33	<i>Polypodium feuillei</i> Bertero	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
34	<i>Pseudopanax valdiviense</i> (Gay) Seem. ex	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
35	<i>Sarmienta scandens</i> Pers.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
36	<i>Serpilopsis caespitosa</i> (Gaud.) C. Chr.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1													
	<i>Riqueza</i>	19	22	8	19	12	11	11	12	14	15	13	15	18	19	0	0	0	0	0	0	0	4	0	10	0	0													
	<i>Fuente</i>	1	2	3	4	5	6	7	8-9	10	11	12	13-14	15-16-17	18-19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31													

Nota: columna en amarillo representan áreas sin información disponible

Referencias

- Hauenstein E, C Ramirez, M Lastague (1988). Evaluación florística y sinecológica del monumento natural cerro Rielol (IX Región, Chile). Boletín Museo Regional de la Araucanía, 3: 7-32
- CONAF (2000) Plan de Manejo del Monumento Natural Contulmo. Documento de trabajo número 340. Gobierno de Chile, Corporación Nacional Forestal. Santiago 127 pp.
- CONAF (1999) Plan de Manejo del Monumento Natural Alerce Costero Documento de trabajo número 315. Gobierno de Chile, Corporación Nacional Forestal. Santiago 211 pp.
- CONAF (2008) Plan de Manejo de Monumento Natural Lahuen Nadi. Documento de Trabajo N° 490. Gobierno de Chile, Corporación Nacional Forestal. Santiago 123 pp.
- Enciclopedia de la Flora Chilena. Parque Nacional Conguillío http://museo.florachilena.cl/snape/PN_Conguillio/parque_nacional_conguillio_cientifico.htm
- CONAF (1999) Plan de Manejo del Parque Nacional Huerquehue. Gobierno de Chile, Corporación Nacional Forestal. Santiago. 177pp.
- Enciclopedia de la Flora Chilena. Parque Nacional Nahuelbuta http://museo.florachilena.cl/snape/PN_Nahuelbuta/parque_nacional_nahuelbuta_fam.htm
- JARA M, S REYES, J RIQUELME & P VALDIVIA (2009) Línea de base. Parque Nacional Tolhuaca, comunas de Curacautín y Collipulli, región de la Araucanía, Chile. Universidad Católica de Temuco. 250 pp.
- Enciclopedia de la Flora Chilena. Parque Nacional Tolhuaca http://museo.florachilena.cl/snape/PN_Tolhuaca/parque_nacional_tolhuaca_cientifico.htm
- Enciclopedia de la Flora Chilena. Parque Nacional Villarrica http://museo.florachilena.cl/snape/PN_Villarrica/parque_nacional_villarrica_cientifico.htm
- CLEMENT JP, MW MOFFETT & DC SHAW (2001) Crowns structure and biodiversity in Fitzroya cupressoides, the giant conifers of Alerce Andino National Park, Chile. Selbyana 22: 76-88.
- CONAF (1999) Plan de Manejo del Parque Nacional Hornopirén. Documento de trabajo número 313. Gobierno de Chile, Corporación Nacional Forestal. Santiago 221 pp.
- CONAF (1994) Plan de Manejo del Parque Nacional Vicente Pérez Rosales. Documento de trabajo número 191. Gobierno de Chile, Corporación Nacional Forestal. Santiago 217 pp.
- MARTÍNEZ O (1985) Aspectos de la flora y vegetación del Parque Nacional Vicente Pérez Rosales, Llanquihue, Chile. Bosque 6: 83-92.
- JIMÉNEZ-CASTILLO & CH LUSK (2009) Host infestation patterns of the massive liana *Hydrangea serratifolia* (Hydrangeaceae) in a Chilean temperate rainforest. Austral Ecology 34: 829-834.
- GIANOLI E, SALDAÑA A, M JIMÉNEZ-CASTILLO & F VALLADARES (2010) Distribution and abundance of vines along the light gradient in a southern temperate rain forest. Journal of Vegetation Science 21: 66-73.
- Enciclopedia de la Flora Chilena. Parque Nacional Puyehue http://museo.florachilena.cl/snape/PN_Puyehue/parque_nacional_puyehue.htm
- CONAF (1997) Plan de Manejo del Parque Nacional Chiloé. Documento de trabajo número 279. Gobierno de Chile, Corporación Nacional Forestal. Santiago 318 pp.
- DÍAZ JA, KE SIEVING, ME PEÑA-FOXON, J LARRAÍN & JJ ARMISTO (2010) Epiphyte diversity and biomass loads of canopy emergent trees in Chilean temperate rain forests: A neglected functional component. Forest Ecology and Management 259: 1490-1501.
- CONAF (1996) Plan de Manejo de la Reserva Nacional Malacahuello. Documento de trabajo número 243. Gobierno de Chile, Corporación Nacional Forestal. Santiago 153 pp.
- ANDRADE E, S HURTADO, J JARA, C LUTZ, M MORA, & N URIBE (2007) Línea de base. Reserva Nacional Malacahuello-Nalca, comunas de Curacautín y Lonquimay, región de la Araucanía, Chile. Universidad Católica de Temuco. 208 pp.
- WODA C, A HUBER & A DOHRENBUSCH (2006) Vegetación epifita y captación de neblina en bosques siempreverdes en la Cordillera Pelada, sur de Chile. Bosque 27: 231-240.
- CONAF (2009) Plan de Manejo de la Reserva Nacional Lago Palena. Gobierno de Chile, Corporación Nacional Forestal. Santiago 227 pp.