



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales

Comunidades epífitas en el perfil vertical de *Nothofagus obliqua* en Valdivia, Chile: importancia de los legados biológicos

Patrocinante: Sr. Iván Díaz R.

Trabajo de Titulación presentado como parte
de los requisitos para optar al Título de
Ingeniero en Conservación de Recursos Naturales

DANIELA PAZ MELLADO MANSILLA
VALDIVIA
2013

Calificación del Comité de Titulación

	Nota
Patrocinante: Sr. Iván Díaz Romero	__7,0__
Informante: Sr. Mario Romero Mieres	__6,8__
Informante: Sr. Mylthon Jiménez Castillo	__7,0__

El Patrocinante acredita que el presente Trabajo de Titulación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el Reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.

Sr. Iván Díaz R.

Agradecimientos

Agradezco a la administración de Parque Urbano El Bosque, a Carolina Jara por permitirnos usar el parque para nuestras investigaciones, a ella y a la sra. Helia Olivera, por su buena disposición y buen humor durante estos años de trabajo en el recinto. También a Nico, Isabella y Manu por su ayuda en el muestreo.

Gracias a los profesores Mylthon y Mario por sus comentarios en este trabajo.

Gracias a Richito, por acompañarme a todos esos árboles, por sus bromas y conversaciones sin sentido, por su ayuda en el muestreo y por su ayuda intelectual en la realización de este trabajo. No me “hice hombre”, pero al menos ahora no necesito guantes para poder escalar!!

Gracias al profè Iván por enseñarme sus técnicas de escalada, por incentivarme a hacerlo y dejarme conocer este otro mundo completamente hermoso arriba de los árboles que me ha marcado de por vida. Gracias por sus correcciones, por su guía en este trabajo, por su amistad, paciencia (muuucha paciencia), consejos y sus infaltables bromas “chambicas”.

Gracias a mi familia, por apoyarme aunque fuera de lejos, por sus consejos y valores y por su cariño. A mi mamá por su apoyo y por despertarme para ir al colegio. Gracias en especial a mi papá y a Yasna por haber creído en mí, por enseñarme a querer y respetar los bosques.

Gracias a Gabrielito, por su paciencia, apoyo incondicional, consejos, cariño, por su ayuda en el muestreo y aportes a este trabajo. Gracias miijo por hacer que supere mis miedos y por motivarme a seguir en esto.

A mi familia, a Gabriel, y a todos quienes
lleven en su corazón a los Bosques del Sur.

	Índice de materias	Página
i	Calificación del Comité de Titulación	i
ii	Agradecimientos	ii
iii	Dedicatoria	iii
iv	Resumen	iv
1	INTRODUCCIÓN	1
2	ESTADO DEL ARTE	2
2.1	Las epífitas	2
2.2	Diversidad de epífitas	3
2.3	Legados biológicos	4
3	MÉTODOS	5
3.1	Área de estudio	5
3.2	Diseño de muestreo	6
3.2	Análisis de datos	6
4	RESULTADOS	7
4.1	Abundancia de epífitas	9
4.2	Riqueza de epífitas	11
5	DISCUSIÓN	13
5.1	Riqueza y abundancia de epífitas en el perfil vertical de <i>N. obliqua</i>	13
5.2	Riqueza y abundancia de epífitas en relación al DAP	14
5.3	Implicancias para la conservación	17
6	CONCLUSIONES	17
7	REFERENCIAS	18

RESUMEN

Las epífitas son un componente importante de la biodiversidad de los bosques naturales, además de proveer hábitat a animales e influenciar los ciclos del agua y de nutrientes. Sólo recientemente se han estudiado las epífitas en el dosel del bosque chileno encontrando una gran diversidad de especies. Sin embargo, la riqueza de epífitas sigue siendo poco conocida. En la ciudad de Valdivia, existen muchos árboles nativos antiguos en parques urbanos, y podrían conservar epífitas en ambientes antropogenizados. En este trabajo se documenta la composición de epífitas y su relación con el diámetro y altura de *Nothofagus obliqua* en reservas naturales urbanas de Valdivia. Se cuantificó la riqueza y cobertura de epífitas en el fuste de 12 individuos de *N. obliqua*, en un rango de diámetros entre 30 y 260 cm, y alturas entre 15 y 24 m. Para ello, se establecieron parcelas de 30 x 40 cm ubicadas cada 1,9 m de altura en el perfil vertical. Se encontraron más de 15 especies de epífitas entre vasculares y no vasculares ocupando un solo árbol. La riqueza de vasculares aumenta en árboles de mayor diámetro y su abundancia es mayor en la mitad superior del árbol. Las briófitas no registraron relación clara con el diámetro o altura. Las comunidades de epífitas pueden presentar cambios sucesionales, lo que explicaría la mayor riqueza de epífitas en árboles de mayor diámetro. Los individuos de *N. obliqua* dentro de las reservas naturales urbanas conservan una gran diversidad de epífitas, lo cual hace de éstos árboles importantes legados biológicos del bosque remanente en la ciudad.

Palabras claves: Epífitas, distribución vertical, *N. obliqua*

INTRODUCCIÓN

Las epífitas son plantas especializadas en crecer sobre otras plantas, diferenciándose de las parásitas por no causar daño a sus hospederos. Las epífitas representan un componente importante de la biodiversidad de los bosques, ya sea de manera directa, contribuyendo con un gran número de especies, o indirecta, beneficiando a otras especies de plantas y animales. Además intervienen en los ciclos del agua y nutrientes, y aportan biomasa fotosintetizadora.

El estudio de las epífitas a lo largo de todo el perfil vertical del árbol, o dosel, comenzó a fines de los años 70, y ha sido realizado principalmente en bosques tropicales. Desde sus inicios la investigación de doseles ha contribuido de manera importante a las estimaciones de biodiversidad global, descubrimiento de nuevas especies y mejor comprensión de procesos y funciones relevantes para la conservación de los bosques en el mundo. En Chile sólo recientemente se han estudiado las epífitas en el dosel, registrando una gran diversidad de especies. Sin embargo, la riqueza total de epífitas en muchos sitios, y sus funciones en los bosques templados lluviosos del sur de Chile siguen siendo desconocidas.

A la falta de estudios en el dosel, se le suma la alta tasa de fragmentación de los bosques nativos. Esto conlleva a que la pérdida de hábitat afecte directamente a muchas especies de plantas y animales. Por ejemplo, las epífitas pueden verse afectadas indirectamente al producirse cambios en las condiciones microclimáticas necesarias para su sobrevivencia, aun cuando el hospedero que las alberga se mantenga en pie. Por esto, resulta importante conservar los fragmentos de bosques existentes para que puedan proveer de hábitat a distintas especies en distintos paisajes.

En Chile, la ciudad de Valdivia cuenta con muchas áreas verdes urbanas, en las que se pueden observar árboles nativos de gran tamaño, ejemplo de ello es *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.. La biodiversidad de especies epífitas en éstos árboles no ha sido estudiada previamente, sin embargo, es probable que los árboles antiguos conservados en el interior de la ciudad contribuyan de manera importante a la sobrevivencia de las comunidades epífitas en un paisaje altamente degradado por la urbanización. De acuerdo a lo último, la hipótesis de este trabajo es la siguiente:

- La riqueza y abundancia de epífitas vasculares, briofitas y líquenes sobre *Nothofagus obliqua* varía en función de la antigüedad y tamaño de los árboles.

En este contexto, el objetivo general de este estudio es documentar la composición de la comunidad de plantas epífitas y su relación con el diámetro y altura de *Nothofagus obliqua* en reservas naturales urbanas de Valdivia. Los objetivos específicos son:

- Documentar la composición de la comunidad epífita presente en individuos de *Nothofagus obliqua* en remanentes de bosques en sitios urbanos de la ciudad de Valdivia.
- Describir los patrones de distribución de riqueza y abundancia en el perfil vertical de *N. obliqua*.
- Evaluar la relación entre riqueza y abundancia de epífitas y el diámetro a la altura del pecho de *N. obliqua*.

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 Las epífitas

Las epífitas son plantas que utilizan como sustrato de crecimiento a otras plantas, pero que no penetran en su sistema vascular, a diferencia de los parásitos. Pueden vivir de esta forma gracias a los nutrientes y agua que se acumulan en los tallos y por el escurrimiento de la lluvia por las ramas y fuste (Marticorena *et al.* 2010). Las epífitas se clasifican en holo-epífitas, que son aquellas que desarrollan todo su ciclo de vida en el hospedero, y hemi-epífitas, en las cuales parte del ciclo de vida no depende del hospedero (Benzing 1990). Las epífitas son un componente importante de la diversidad de los bosques, y cumplen funciones ecosistémicas como contribuir a regular el flujo hídrico, aportar con materia orgánica y nutrientes al suelo del bosque, capturar CO₂ mediante la fotosíntesis y proveer de hábitat a otras especies (Díaz *et al.* 2010; Díaz 2012).

La distribución y abundancia de las epífitas en el árbol hospedero depende de algunos factores ambientales del dosel, como la luminosidad, temperatura y humedad, que a su vez están relacionadas con su edad, diámetro, la densidad del follaje, orientación y forma de las ramas, además de las propiedades físicas y químicas de la corteza (Sudgen y Robin 1979; Johansson 1974; Benzing 1990; Romero *et al.* 2008; Chomba *et al.* 2011). Existe una relación positiva entre el diámetro a la altura del pecho (DAP) de los árboles y la riqueza de epífitas que albergan, como lo han reportado estudios en bosques tropicales y templados (Lyons *et al.* 2000; Burns y Dawson 2005; Zotz y Schultz 2008; Laube y Zotz 2007; Chomba *et al.* 2011). Los árboles de mayor DAP tienen una riqueza de epífitas mayor

que los hospederos más pequeños. En muchos casos, especialmente cuando las diferencias de diámetros son de ordenes de magnitud importantes, es esperable una relación directa entre el diámetro y la edad del árbol. Así, arboles con DAP mayores tendrían mayor edad que árboles con DAP menores (Bennett 1986). Bajo este supuesto, los árboles grandes han estado expuestos por un mayor periodo de tiempo a la lluvia de propágulos por parte de epífitas circundantes, y por lo tanto tendrían más riqueza y abundancia de epífitas (Chomba *et al.* 2011). Por ello, es esperable que a mayor edad del árbol, mayor sea la diversidad de epífitas asociadas (Zotz y Vollerath 2003).

2.2 Diversidad de epífitas

La flora epífita constituye un importante componente de los bosques del mundo, representando cerca del 10% de su flora vascular, con alrededor de 28.500 especies (Benzing 2004). La mayor concentración mundial de flora epífita vascular se produce en bosques lluviosos tropicales, en donde son un elemento muy conspicuo (Gentry y Dodson 1987; Barthlott *et al.* 2001). En cambio, los bosques templados del hemisferio norte son dominados por epífitas no vasculares, como musgos y líquenes. Si bien la riqueza y composición de epífitas vasculares difiere enormemente entre los bosques tropicales y los bosques templados (Alaback 1996; Sillett 1999), en el hemisferio Sur los bosques templados presentan una gran abundancia de epífitas vasculares posiblemente como resultado de su origen a partir de bosques tropicales durante el Terciario.

La flora epífita de los bosques templados del sur de Chile puede ser comparada con la alta riqueza de helechos y lianas reportados para bosques templados del sur de Australia (Arroyo *et al.* 1996a). En los bosques del sur de Chile las epífitas vasculares son muy abundantes y dominantes en términos de biomasa (Díaz *et al.* 2010). En cuanto a diversidad, se estima que alrededor de 22 especies de angiospermas y más de 30 especies de helechos son epífitos (Armesto *et al.* 1996), y que la mayoría de estas lianas y epífitas muestran un alto grado de endemismo (Arroyo *et al.* 1996b).

En cuanto a la flora no vascular de Chile, de la cual gran parte crece como epífita, se estima que existen aproximadamente 800 especies sólo de musgos (Ardiles *et al.* 2008) y que en general tanto para briófitas como para líquenes, el bosque templado del sur representa uno de los lugares más ricos a nivel mundial (Galloway 1995; Asakawa *et al.* 2009). A pesar de esta alta riqueza de especies epífitas, la mayoría de los estudios en el dosel se han concentrado en los bosques tropicales (Hofstede *et al.*

2001), mientras que el dosel de muchos bosques templados permanece escasamente estudiado (Zotz 2005).

En Chile, a pesar que las epífitas vasculares son un componente importante de los bosques, los estudios sobre su composición y abundancia en el perfil vertical son muy escasos. Sólo dos investigaciones (Díaz *et al.* 2010 y Clement *et al.* 2001) han sido realizadas estudiando las epífitas en el dosel de bosques en Chile, encontrando gran diversidad de epífitas vasculares en todo lo largo del perfil vertical de bosques adultos. Lo anterior es muy importante considerando la disminución de extensas zonas de bosques en Chile y la transformación de los bosques antiguos en bosques secundarios (Echeverría *et al.* 2006) con la consecuente pérdida de árboles antiguos. Además, en el momento en que su ambiente es amenazado, las epífitas son las primeras en desaparecer debido al cambio en las condiciones ambientales que producen los raleos en los bosques intervenidos (Dubuisson *et al.* 2009; Woda *et al.* 2006).

2.3 Legados biológicos

Un legado biológico es cualquier organismo, estructura física o estructura química que persiste en un sitio luego de la ocurrencia de un disturbio. Los legados biológicos son importantes para la recuperación y continuidad del ecosistema afectado ya que funcionan como fuente de propágulos y como refugios para diversas especies, que posteriormente pueden recolonizar el mismo sitio y atraer a la inmigración de otros organismos (Franklin *et al.* 2000).

En bosques sujetos a disturbios, los árboles que sobreviven realizan un aporte significativo a la recuperación del ecosistema. La longevidad de algunas especies arbóreas permite que puedan actuar como refugio de epífitas e invertebrados durante muchos años en paisajes altamente degradados (Peterken 1996; Alexander 1999), también se ha observado que en bosques manejados con fines industriales los árboles retenidos son importantes para la continuidad de hábitat de especies que requieren hospedadores específicos (Hazell y Gustafsson 1999). Los árboles remanentes también pueden atraer a animales que actúen como dispersores de semillas, favoreciendo la regeneración del bosque original.

En algunas ciudades del sur de Chile aún es posible encontrar remanentes de bosque templado integrados en áreas urbanas como un componente importante del paisaje. Estos fragmentos de bosque y/o árboles aislados son un ejemplo de “legados biológicos” y podrían favorecer la persistencia de otras

especies nativas en el interior de las ciudades. Un ejemplo es la ciudad de Valdivia, donde existen fragmentos de bosque dominados por árboles de *Nothofagus obliqua* (Nothofagaceae), algunos de ellos de gran tamaño y edad. Estos individuos presentan epífitas creciendo en su perfil vertical y podrían estar contribuyendo a la sobrevivencia de este grupo de plantas dentro de la ciudad, sin embargo, la comunidad epífita en estos remanentes de bosque no ha sido caracterizada, siendo desconocidas su composición, riqueza y abundancia.

3. MÉTODOS

3.1 Área de estudio

Esta investigación se realizó en dos fragmentos de bosque en la ciudad de Valdivia, Región de Los Ríos, Chile. Las áreas de estudio corresponden al Parque Urbano El Bosque (39°50'S - 73°14'O) y al sector Arboretum-Fundo Teja Norte de la Universidad Austral de Chile (39°47'S- 73°15'O). El clima predominante en Valdivia corresponde a templado lluvioso, con influencia mediterránea. Presenta una precipitación promedio anual de aproximadamente 2.500 mm y una temperatura media anual de 12° C (Fuenzalida 1971). Las precipitaciones se distribuyen durante todo el año, sin embargo durante el período estival éstas tienden a disminuir (Huber 1995), presentando un corto período seco y caluroso.

El Parque Urbano El Bosque (PUEB), posee una superficie total de 9 hectáreas, 2 de las cuales corresponden a un humedal, y las 7 hectáreas restantes son representadas por un fragmento de Bosque Templado Valdiviano dominado por *Nothofagus obliqua* (Nothofagaceae), *Aextoxicon punctatum* Ruiz et Pavón. (Aextoxicaceae) y *Laurelia sempervirens* (Ruiz et Pavón) Tul. (Monimiaceae) (Solminiha et al. 2007) con árboles de más de 25 m de alto y más de 150 años de edad. Este parque se inserta en una matriz urbana desde hace aproximadamente 20 años.

El Arboretum (64 ha) y el Fundo Teja Norte (161 ha), pertenecientes a la Universidad Austral de Chile, son predios colindantes ubicados en la Isla Teja (Valdivia). Ambos predios se encuentran insertos en un área urbana, cercana a los ríos Cau-Cau y Cruces. Poseen una superficie cubierta de praderas, plantaciones nativas y exóticas, y un área continua de bosque nativo de aproximadamente 150 ha, dominados por *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) oerst., *Nothofagus obliqua* y *Laurelia sempervirens*, también con árboles de más de 25 m de altura y más de 200 años de edad.

3.2 Diseño de muestreo

Se escogieron 12 individuos en total de *Nothofagus obliqua*, 6 individuos en el PUEB y otros 6 en el sector Arboretum– Fundo Teja Norte. Los diámetros fluctúan entre 30 a 260 cm a la altura del pecho y alturas entre 15 y 24 m. En cada uno de estos árboles, se realizaron parcelas de 30 x 40 cm cada 1,9 m a lo largo del fuste principal. En cada parcela se registraron las especies de epífitas encontradas y su cobertura en porcentaje (Hernández-Rosas y Carlsen 2003). Las coberturas de una especie podía superponerse con la cobertura de otra especie en la misma parcela, lo cual produce que muchas coberturas por parcela sumen más de un 100 %. Se registró la orientación, inclinación y el diámetro del tronco o rama donde se estableció cada parcela. Para acceder al dosel se utilizó la técnica de cuerda simple (Perry 1978), siguiendo los protocolos de Tree Climber Coalition (Díaz *et al.* 2010). La elección de los árboles a escalar se hizo de acuerdo al estado sanitario de sus ramas, escogiendo aquellas ramas vivas o con follaje, sin quiebres y cuyos diámetros fueran mayores a 15 cm aproximadamente. Las especies vasculares fueron clasificadas siguiendo la nomenclatura de Marticorena y Quezada (1985). Las especies no vasculares de Briófitas y Líquenes debido a su difícil reconocimiento, fueron clasificadas como morfo-especies (especies identificables y diferenciables por sus características fenotípicas).

3.3 Análisis de datos

La abundancia por altura se determinó estimando la altura máxima y mínima a la cual se encontraba cada especie de epífita presente en el perfil vertical. La relación entre las coberturas de epífitas y las distintas alturas de los individuos de *N. obliqua*, se realizó agrupando a árboles de alturas similares (Figura 1). Dos individuos fueron tratados aparte por tener un DAP mucho mayor que el resto de los árboles y una altura menor (Fig. 2a y 2b). Los porcentajes de coberturas por altura de cada grupo epífita fueron promediados por el número de árboles utilizados en cada clasificación.

Se relacionó la riqueza y abundancia de epífitas en función del DAP de los árboles separándolos por grupos. Para ello se clasificó a los árboles de acuerdo a su DAP como Grandes (N=4), Medianos (N=4) y Pequeños (N=4). Los porcentajes de coberturas fueron promediados por grupos de tamaño. La riqueza de especies se comparó entre árboles usando Análisis de Rarefacción con el software EstimateS

8,0 (Colwell 2005). Para este análisis, los datos de abundancia por especie fueron transformados en datos de presencia/ausencia evitando que el programa considerara el porcentaje de cobertura como número de individuos. La relación entre diámetro del fuste, orientación e inclinación con la riqueza y abundancia de epífitas se evaluó usando Análisis de Regresión. Los análisis de regresión fueron realizados en el software SPSS (IBM, Inc.).

4. RESULTADOS

Se encontró un total de 11 especies epífitas vasculares y lianas en los 12 individuos de *N. obliqua*. Una de estas especies corresponde a *Hedera helix*, enredadera exótica frecuentemente registrada dentro de los conteos de riqueza y cobertura. También se registraron 20 morfoespecies de briófitas y 11 morfoespecies de líquenes. La especie vascular más frecuente en todo el perfil vertical fue *Asplenium daeroides*. La mayor diversidad de epífitas vasculares ocurre entre los 6 y 17 m de altura. Otras especies como *Luma apiculata*, *Ugni molinae*, *Aristotelia chilensis*, *Rubus* sp. y *Baccharis racemosa*, fueron encontradas creciendo sobre los individuos de *N. obliqua* muestreados, pero como se puede observar en el Cuadro 1, a excepción de *A. chilensis*, se encontraron sólo en un hospedero y en estado de plántula, por lo que no fueron consideradas como epífitas dentro de los análisis de este trabajo.

Cuadro 1. Listado de epífitas encontradas en *N. obliqua*. Distribución en el perfil vertical, Número de árboles con presencia de cada especie o grupo, y coberturas promedio por árbol. El (*) indica las especies encontradas como plántulas sobre los árboles muestreados, el símbolo (+) indica coberturas menores a 1 %.

Especies/ grupo	Distribución vertical (m)	Nº de árboles con presencia (N=12)	Cobertura promedio (%)
Pteridófitos			
<i>Asplenium dareoides</i>	0-24	5	23,2
<i>Hymenophyllum plicatum</i>	4-24	5	18
<i>Hymenophyllum dentatum</i>	8-17	2	37,4
<i>Hymenophyllum tortuosum</i>	15	1	5
<i>Polypodium feuillei</i>	2-22	7	5,8
Angiospermas			
<i>Cissus striata</i>	4-14	5	23,9
<i>Luzuriaga radicans</i>	0	1	10
<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	6-12	1	15
<i>Hedera helix</i>	0-13	5	22,3
<i>Sarmienta scandens</i>	1-24	6	21,6
<i>Boquila trifoliata</i>	2	1	+
Briófitas	0-24	12	193,9
Líquenes	0-23	10	109,4
<i>Luma apiculata*</i>	4	1	-
<i>Aristotelia chilensis*</i>	17 y 19	2	-
<i>Ugni molinae*</i>	10, 13 y 15	1	-
<i>Rubus sp.*</i>	4 y 15	1	-
<i>Baccharis racemosa*</i>	9	1	-
<i>Digitalis purpurea*</i>	9	1	-

4.1 Abundancia de epífitas

Las epífitas vasculares ocuparon todo el perfil vertical de los árboles muestreados, sin embargo son más abundantes en las zonas medias del fuste de los hospederos de mayor diámetro y altura, y en aquellos más pequeños son más abundantes en la parte baja del fuste (Figuras 1 y 2). Las briófitas, disminuyen sus coberturas en las partes más altas del fuste (Figura 1). Los líquenes aparecen en la sección superior de los árboles más altos con poca cobertura, pero son abundantes en todo el perfil de los individuos más pequeños.

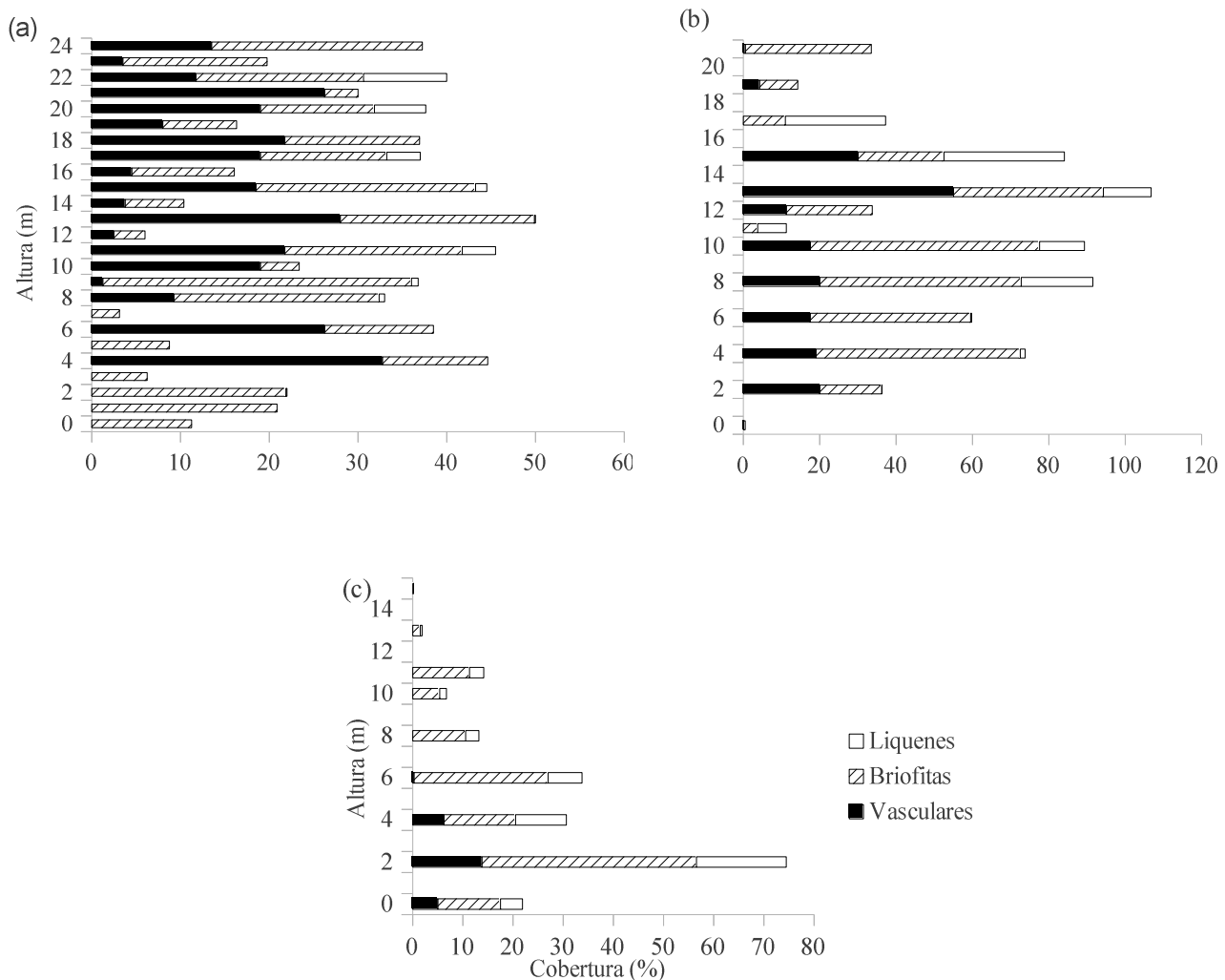


Figura 1. Coberturas promedio por grupo de epífitas en el perfil vertical de *N. obliqua* por alturas: (a) 24- 22m (n=4), (b) 17- 21 m (n=2), (c) 15m (n=4).

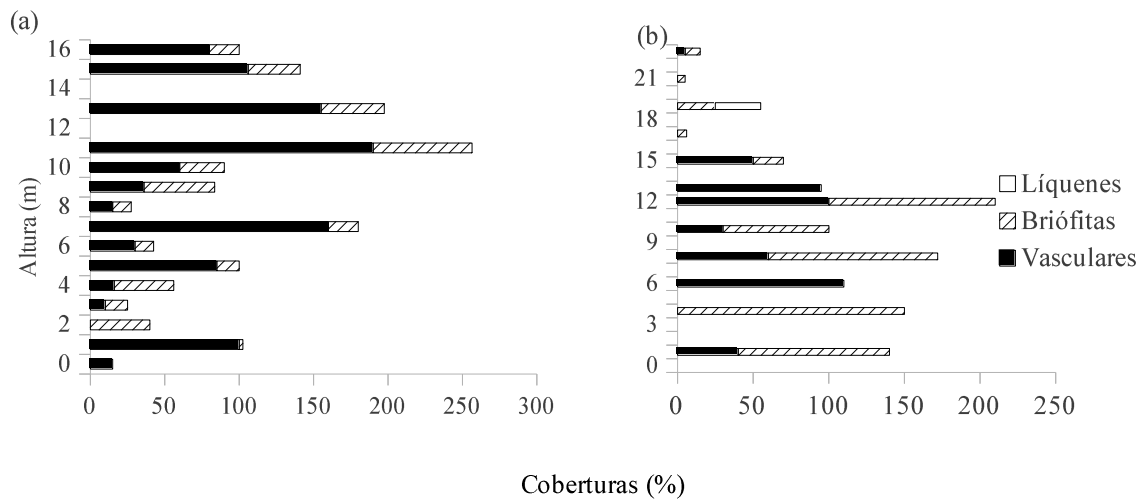


Figura 2. Coberturas promedio por grupo de epífitas en el perfil vertical de *N. obliqua* en individuos de con DAP: (a) 260 cm y (b) 210 cm. Alturas 23 y 16 m.

Las coberturas para los distintos grupos de epífitas en *N.obliqua* muestran que los líquenes son más abundantes en árboles de menor DAP, en tanto que las vasculares y briófitas presentan mayores cobertura a medida que aumenta el DAP de los hospederos (Figura 3).

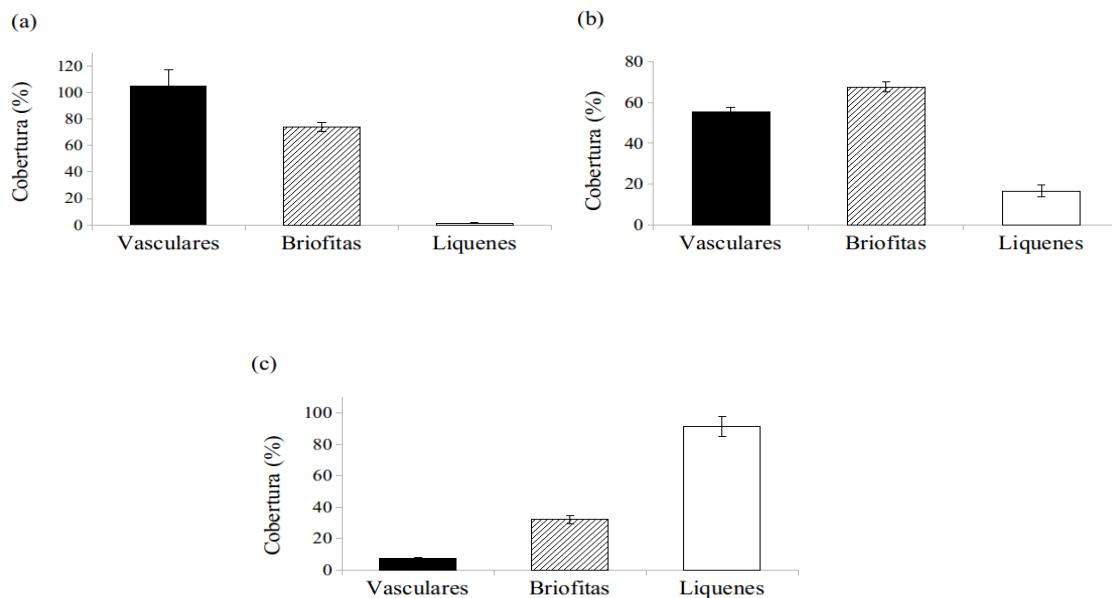


Figura 3. Coberturas de cada grupo de epífitas en individuos de *N. obliqua* de distintos tamaños (a) Grandes (DAP= 260cm- 152cm), (b) Medianos (DAP= 130cm- 90cm), (c) Pequeños (DAP= 46cm- 30cm).

4.2 Riqueza de epífitas

Las curvas de rarefacción muestran que los árboles de mayor diámetro presentan también mayor riqueza de epífitas, lo contrario ocurre con los de menor DAP.

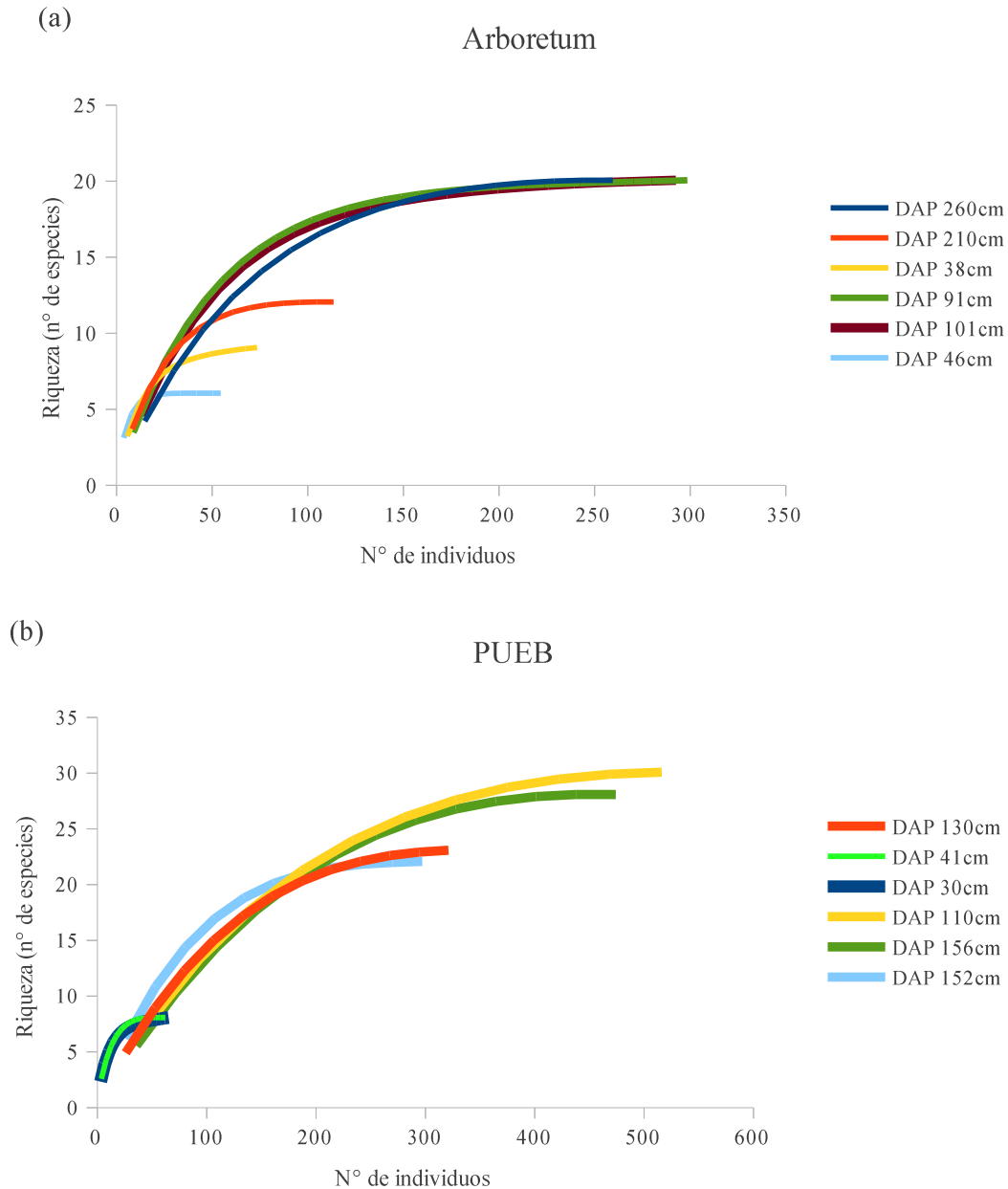


Figura 4. Curvas de rarefacción. 4.a) curvas de rarefacción para *N.obliqua* del sitio Fundo Teja Norte-Arboretum. 4.b) curvas de rarefacción para *N.obliqua* en el sitio PUEB.

En cuanto a la riqueza de epífitas en relación al DAP del árbol hospedero, el conjunto de epífitas (vasculares, briófitas y líquenes) no muestran una tendencia clara (Fig.5). Al separar por grupo taxonómico aparecen algunos patrones. Las briófitas no muestran un patrón definido, mientras que los líquenes son muy dominantes en árboles más pequeños y disminuyen drásticamente en árboles superiores a 1 m de DAP. A diferencia de los grupos mencionados, la riqueza de epífitas vasculares aumenta considerablemente a medida que aumenta el diámetro del árbol hospedero.

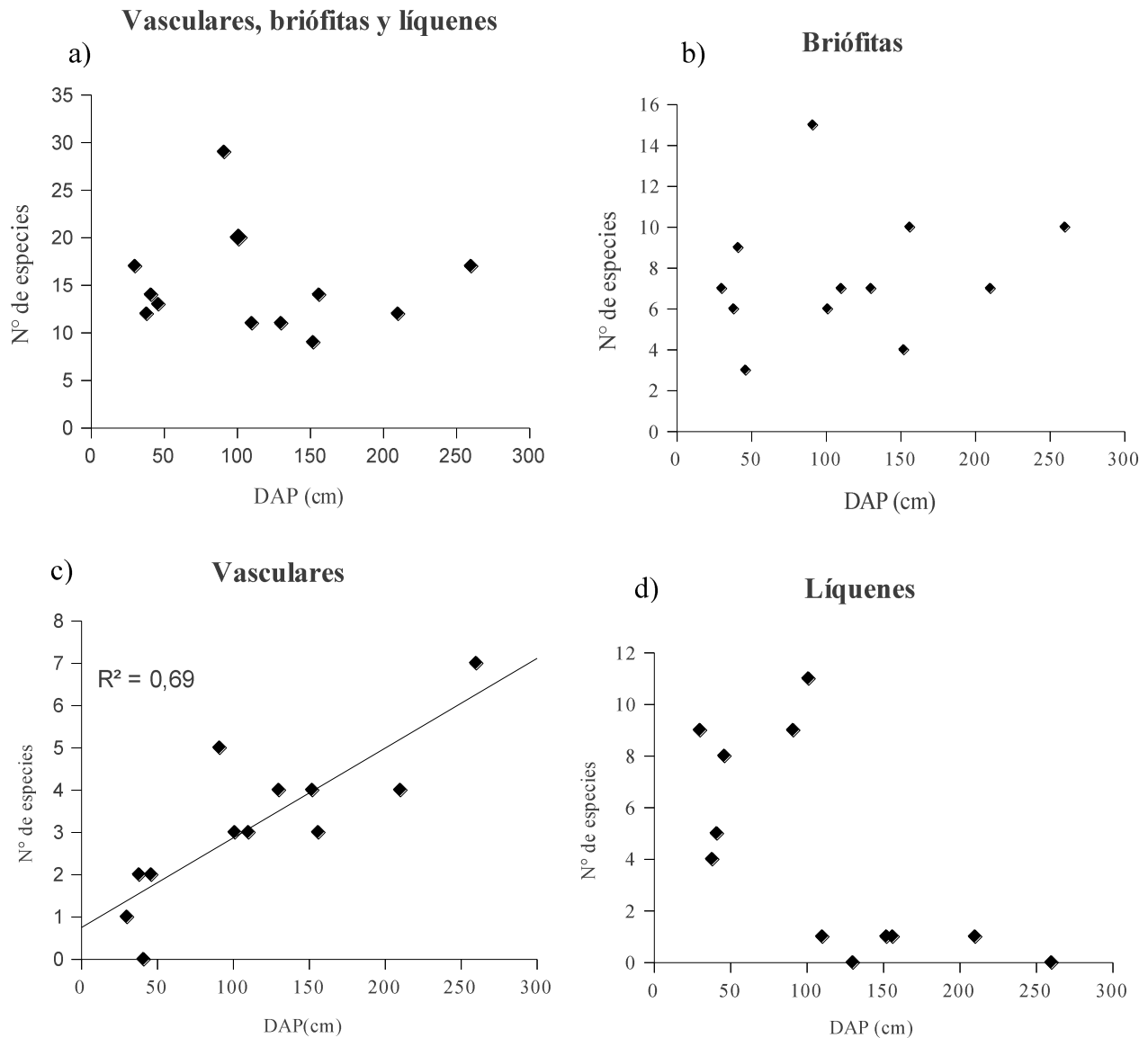


Figura 5. Relación riqueza en función del DAP.

Finalmente, los resultados muestran que la cobertura de briófitas se relaciona con inclinaciones positivas (Análisis de Regresión $R= 0,093$, $P= 0,003$) mientras que ocurre lo contrario con los líquenes, cuyas coberturas son más abundantes en las inclinaciones negativas (Análisis de Regresión $R= -0,049$ $P= 0,02$).

5. DISCUSIÓN

La riqueza de epífitas vasculares encontradas en *Nothofagus obliqua* representa aproximadamente el 50% de la riqueza reportada en otros estudios en el dosel de bosques templados del sur de Chile. Clement *et al.* (2001) y Díaz *et al.* (2010) encontraron 20 y 22 especies de epífitas vasculares respectivamente, sin embargo ambas investigaciones se realizaron en bosques adultos con mínima intervención humana. El número de epífitas vasculares observado en este estudio resulta importante al tratarse de árboles hospederos caducifolios, remanentes del bosque templado original y ubicados en sitios altamente intervenidos por la actividad humana.

No existe un antecedente claro sobre el número de especies de briófitas presentes en los bosques templados lluviosos de Chile, sin embargo, las morfo-especies de briófitas reportadas en este estudio representarían el 6% de la flora briológica estimada para la Región de Los Ríos y Los Lagos juntas (aproximadamente 315 especies; Hässel de Menéndez y Rubies 2004). Se encontraron además 11 morfo-especies de líquenes, lo que equivale a 0,8% de la riqueza total presente en el país (1383 especies; Quilhot *et al.* 1998). La validez de la utilización de morfo-especies es discutible, sin embargo, permite obtener una estimación rápida de la riqueza para briófitas y líquenes presentes en estos árboles utilizando este método muestreo y de acceso al dosel (Clement y Shaw 1999).

5.1 Riqueza y abundancia en el perfil vertical de *N. obliqua*

La riqueza y abundancia de epífitas vasculares en el perfil vertical de *N. obliqua* aumenta sobre los 6 metros de altura, siendo mayor en la parte media del fuste. Los patrones de distribución observados son similares a los de Díaz (2012), quien encontró mayor abundancia de epífitas vasculares en la sección media del fuste de *Eucryphia cordifolia* en un bosque costero en la Isla de Chiloé. Este patrón también ha sido observado en otras especies de hospederos (Zotz y Schultz 2008; Johansson

1974) y puede estar determinado, por los gradientes microclimáticos que se producen en el perfil vertical de los árboles (Benzing 1990; Johansson 1974; Zotz y Shultz 2008). Es posible que la presencia de la copa genere variaciones de temperatura y humedad menos extremas en la parte media del fuste, creando condiciones más favorables para el desarrollo de briófitas y epífitas vasculares (Díaz 2012). La presencia de epífitas vasculares sólo en la parte baja de los árboles de menor DAP puede deberse a que ésta sección del árbol es más antigua y ha estado expuesta por más tiempo a la lluvia de propágulos (Hernández-Rosas y Carlsen 2003; Lyons *et al.* 2000).

En el caso de las briófitas, las mayores abundancias ocurren en las partes medias a bajas de los hospederos. Esta ligera tendencia puede deberse a los mismos factores antes mencionados para epífitas vasculares, en donde las condiciones microclimáticas del árbol pueden influenciar la presencia de briófitas. Una de las variables más importante para la abundancia y distribución de plantas poikilohídricas (Capacidad de las plantas o partes de plantas para secarse sin perder su capacidad de funcionar luego de rehidratarse) como las briófitas, en el perfil vertical es la humedad, y según varios autores (Clement y Shaw 1999; Lyons *et al.* 2000; Shaw 2004) éstas se encuentran en aquellos microhabitats más húmedos en el dosel o fuste de los hospederos.

La mayor abundancia de líquenes en las partes medias a altas de los individuos de *N. obliqua* más grandes, puede relacionarse con que muchos líquenes pueden soportar bien las condiciones de alta luminosidad, dependiendo sólo de la humedad atmosférica para recuperarse o mantenerse ante estrés lumínico (Clement y Shaw 1999). Los líquenes son más tolerantes a la desecación e incluso periodos extensos de humedad pueden limitar la difusión de CO₂ por la fotobionta (parte del líquen que realiza la fotosíntesis), repercutiendo en su capacidad de realizar fotosíntesis (Sillett y Antoine 2004).

La relación entre la cobertura de briófitas y las inclinaciones positivas del árbol hospedero, puede deberse a que en estas inclinaciones, por gravedad, tiende a acumularse más sustrato en donde las briófitas pueden establecerse, creando cojines que ayudan a retener la humedad, factor importante para su sobrevivencia y método reproductivo sexual, el cual es dependiente del agua. Para los líquenes puede ser más fácil poder sobrevivir en orientaciones negativas, ya que no necesitan de un sustrato rico o profundo para establecerse, la misma corteza rugosa de *N. obliqua* les puede brindar las condiciones necesarias para su fijación al hospedero.

El aumento en la riqueza y abundancia de algunos grupos de epífitas en la parte media del fuste, por sobre los 6 m, señala la existencia de un sesgo en muchos estudios que cuantifican la riqueza y abundancia de epífitas a nivel del suelo, y alcanzando una altura máxima de dos a tres metros. De doce

estudios realizados en Chile, sólo dos han accedido al dosel (Pincheira-Ulbrich 2011), quedando parte importante del hábitat de las epífitas fuera de la mayoría de las investigaciones. La escasez de estudios sobre ecología de epífitas en el dosel conlleva a que el conocimiento de este grupo en los bosques de Chile sea escaso, dificultando la implementación de medidas para su adecuada protección. Esto puede ser muy relevante en términos de conservación, ya que la mayoría de los inventarios de vegetación se han hecho desde el suelo, y por lo tanto pueden estar reportando sólo una parte de las especies vegetales de un área. En este estudio sólo 5 especies de epífitas vasculares fueron observadas creciendo entre los 0 y 2 m de altura en el fuste, lo que corresponde al 50% de epífitas vasculares encontradas en todo el perfil vertical de los árboles muestreados.

5.2 Riqueza y abundancia de epífitas en relación al DAP

La mayor riqueza de epífitas vasculares en árboles con mayor DAP se podría atribuir a la ocurrencia de distintas etapas sucesionales a nivel de epífitas y al tiempo en que el árbol ha estado expuesto a la colonización de estas especies (Hernández-Rosas y Carlsen 2003). De acuerdo a Laube y Zotz (2007), este patrón entre diámetro de hospederos, riqueza y abundancia puede ser explicado por dos factores: el primero es que los árboles más grandes son usualmente más viejos y por lo tanto han estado expuestos a la colonización por epífitas durante un periodo más largo de tiempo, y segundo, los árboles más grandes proveen una mayor superficie y variedad de microhábitas disponibles para las epífitas. Ambas causas combinadas pueden dar cuenta de este patrón, el cual se ha reportado también en otras especies arbóreas (Sillett y Baley 2003; Zotz y Vollrath 2003; Zotz y Shultz 2008).

Para las briófitas en cambio, no se observan tendencias significativas en cuanto a la relación de riqueza y diámetro, pudiendo estar más relacionadas a otras variables como el microclima existente en cada sitio del árbol hospedero. Los líquenes presentan menor riqueza y abundancia en árboles de DAP mayor, pero son dominantes en los árboles más pequeños o renovales. Es posible entonces, que estos resultados muestren una sucesión en la colonización del dosel por distintos grupos de organismos.

En etapas sucesionales tempranas los líquenes podrían colonizar a *N. obliqua*, dado su mayor tolerancia a la luz y a condiciones ambientales más secas (Clement y Shaw 1999; Sillett y Antoine 2004) preparando y proporcionando un sustrato más adecuado para el establecimiento de epífitas vasculares y briófitas. Árboles hospederos de menor tamaño no cuentan con ramas grandes que puedan proveer de un microclima propicio para otras especies más dependientes de la humedad (Lyons *et al.*

2000; Benzing 2004). Luego, al crecer el árbol, podría ser colonizado por briófitas, las cuales son consideradas un grupo perteneciente a etapas sucesionales intermedias en el dosel, reemplazando a los líquenes (Clement y Shaw 1999; Sillett y Antoine 2004). Las briófitas a su vez pueden actuar como especies facilitadoras para las epífitas vasculares, las que dominan cuando el árbol tiene una edad más avanzada (Zotz y Vollrath 2003).

Así, en el dosel podría ocurrir una sucesión desde líquenes a especies vasculares (Fig. 6). El progresivo aumento de especies en función de la edad del árbol hospedero puede reflejar un proceso de adición de nuevas especies más que de reemplazo a nivel del árbol. Las ramas más externas se van generando año tras año en los árboles, siendo colonizadas por líquenes (Galloway 1995). Este modelo de sucesión puede ir ocurriendo en cada rama en la medida que va creciendo, manteniendo una riqueza de especies creciente en el dosel. Por lo tanto, más que un reemplazo, el modelo sucesional en el árbol podría ser un modelo aditivo (Fig.6). Monitoreos de largo plazo y estudios comparativos pueden entregar mayores antecedentes sobre la sucesión y la acumulación de especies en la copa de los árboles.

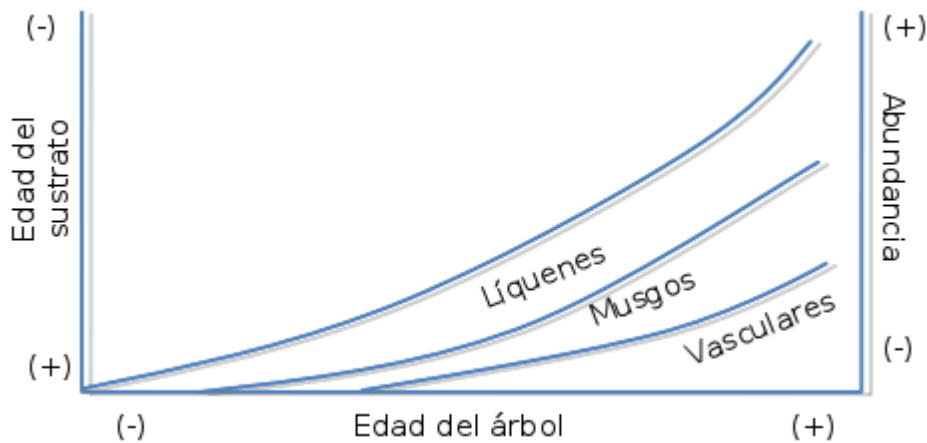


Figura 6. Modelo conceptual de la sucesión de especies epífitas en *N. obliqua*. En la medida que el árbol avanza en edad, va incorporando más especies. Los líquenes se mantienen asociados a tejidos o sustratos jóvenes, como el tronco en edad juvenil, y luego en ramas terminales en individuos de mayor edad. Luego se suceden los musgos y finalmente las vasculares. Según este modelo a nivel del árbol completo, los distintos grupos se van agregando y no necesariamente reemplazando.

5.3 Implicancias para la Conservación

La acumulación de especies en los árboles más antiguos a través de una sucesión aditiva y no de reemplazo significa que los árboles más antiguos se constituirían progresivamente en reservorios de biodiversidad. Árboles centenarios, como algunos de los estudiados en este trabajo probablemente son remanentes del bosque original, que han mantenido un cierto número de especies después de la colonización y posterior fragmentación de los hábitats de bosque para el establecimiento de la ciudad. La ausencia de especies epífitas típicas de árboles más antiguos como *Fascicularia bicolor* puede deberse a que la fragmentación afectó estos bosques en algún momento previo a que los árboles hospederos tuvieran el tamaño necesario para ser colonizados por esta Bromeliaceae, presentando un conjunto de especies incompleto con respecto al bosque original. A pesar de ello, la riqueza de especies observada en los árboles antiguos es muy alta y mayor que la de árboles más pequeños. Estos árboles antiguos, no sólo son remanentes del bosque original, sino que también al albergar a otras especies constituyen verdaderos legados biológicos dentro de la ciudad, conservando una alta biodiversidad en ambientes dominados por el hombre.

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de este trabajo, la hipótesis propuesta se cumple, ya que la riqueza y abundancia de epífitas vasculares, briófitas y líquenes cambia de acuerdo al estado de desarrollo de los árboles analizados.

Inventarios desde el suelo hasta los dos metros de altura en *N. obliqua* subestimarían en un 50% la riqueza total de epífitas vasculares presentes en todo su perfil vertical o fuste. Esto dejaría fuera a especies como los helechos de la familia Hymenophyllaceae, reconocidos por actuar como bioindicadores de la salud del bosque, debido a su dependencia por sitios más húmedos y sombríos.

Los individuos de *N. obliqua* de mayor DAP tienen mayor riqueza de epífitas vasculares, posiblemente debido a que han estado expuestos por más tiempo a la lluvia de propágulos de epífitas, y poseen un gradiente de microclimas mayor en su fuste y dosel lo que permite el establecimiento de epífitas más demandantes de condiciones ambientales menos extremas como las epífitas vasculares.

Las epífitas vasculares son más abundantes y diversas en las zonas medias de los individuos de *N. obliqua*, lo mismo ocurre con las briofitas que son más abundantes en las zonas medias a bajas de los fustes. Estas tendencias pueden deberse a la presencia de la copa de los individuos, la que crea una especie de bóveda en donde las condiciones microclimáticas son menos extremas. Los líquenes por otra parte, son más abundantes en las partes altas de los árboles muestreados, lo que puede estar dado por sus características fisiológicas que los hacen más resistentes a condiciones más extremas de luminosidad y temperaturas.

Los árboles viejos de la ciudad son verdaderos legados biológicos que hay que conservar. La riqueza y abundancia de epífitas encontrada en ambos sitios de estudio indica que los árboles de gran tamaño contribuyen a la persistencia de las comunidades epífitas en ambientes urbanos y semi-urbanos. Así, éstos grandes árboles nativos no sólo representan un atractivo paisajístico dentro de las ciudades, sino que también sirven como fuente de semillas para su especie y como albergues para distintas especies de plantas y animales, contribuyendo a aumentar la biodiversidad del lugar.

Con el presente estudio, se concluyen finalmente tres puntos importantes, el primero es que queda demostrado que la mayor parte de las especies epífitas ocupa gran parte del hábitat que provee el árbol hospedero en toda su altura, segundo, que los árboles más viejos tienen un alto valor en términos de conservación agregado por las especies que pueden albergar, y tercero, que el estudio del dosel de los bosques templados lluviosos de Chile es importante para entender las funciones de las epífitas y cuantificar de manera más exacta su presencia en todo el perfil vertical, lo cual ayudaría a fundamentar aun más la importancia de la conservación de la biodiversidad.

7. REFERENCIAS

- Alaback P. 1996. Biodiversity patterns in relation to climate and a genetic base for the rainforests of the west coast of North America. In Lawford R, P Alaback, E Fuentes. Eds . High latitude rain forests and associated ecosystems of the west coast of the Americas: climate, hydrology, ecology and conservation. Springer-Verlag: New York. 105–133.
- Alexander K. 1999. The invertebrates of Britain's wood pastures. British Wildlife 11:108-17.
- Ardiles V, J Cuvertino, F Osorio. 2008. Guía de Campo Briófitas de los Bosques Templados Australes de Chile. Una introducción al mundo de los Musgos, Hepáticas y Antocerotes que

- habitan los Bosques de Chile. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile. 168 p.
- Armesto J, P León, M Arroyo. 1996. Los bosques templados del sur de Chile y Argentina: una isla biogeográfica. *In* JJ Armesto, C Villagrán, MK Arroyo, eds. *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria: Santiago. 23–28.
- Arroyo M, L Cavieres, A Peñalosa, M Riveros, AM Faggi. 1996a. Relaciones fitogeográficas y patrones regionales de riqueza de especies en la flora del bosque lluvioso templado de Sudamérica. *In* JJ Armesto, C Villagrán, MK Arroyo, eds. *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria: Santiago. 71–99.
- Arroyo M, M Riveros, A Peñalosa, L Cavieres, AM Faggi. 1996b. Phytogeographic relationships and regional richness patterns of the cool temperate rainforest flora of southern South America. *In* ‘Ecological studies; high-altitude rainforests and associated ecosystems of the west coast of the Americas: climate, hydrology, ecology, and conservation’. (Eds R Lawford, P Alback, E Fuentes). 134–172. (Springer-Verlag: New York)
- Asakawa Y, A Ludwiczuk, F Nagashima, M Toyota, T Hashimoto, M Tori, Y Fukuyama, L Harinantenaina. 2009. Bryophytes: Bio- and Chemical Diversity, Bioactivity and Chemosystematics. *Heterocycles* 77:99-150.
- Barthlott W, V Schmit-neuerburg, S Engwald. 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Statistica*. 145–156.
- Bennett B. 1986. Patchiness, diversity and abundance relationship of vascular epiphytes. *Selbyana* 90:70-75.
- Benzing D. 1990. Vascular epiphytes. General biology and related biota. Cambridge University Press, Cambridge
- Benzing D. 2004. Vascular epiphytes. *In* Lowman M, H. Rinker, eds. *Forest canopies*. San Diego, USA. Elsevier Academic Press. 175–213.
- Burns K, J Dawson. 2005. Patterns in diversity and distribution of epiphytes and vines in a New Zealand forest. *Austral Ecology* 30: 891-899
- Clement J, D Shaw. 1999. Crown structure and the distribution of epiphyte functional group biomass in old-growth *Pseudotsuga menziesii* trees. *Ecoscience*. 6 (2) : 243-254.

- Clement J, L Moffett, D Shaw, D Alarcón, O Larraín. 2001. Crown structure and biodiversity in *Fitzroya cupressoides*, the giant conifers of Alerce Andino National Park, Chile. *Selbyana* 22: 76-88.
- Colwell R. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5.
- Chomba CH, R Senzota, H Chabwela. 2011. The influence of host tree morphology and stem size on epiphyte biomass distribution in Lusenga Plains National Park, Zambia. *Journal of Ecology and the Natural Environment*, 3(12):370–380.
- Díaz IA, 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.
- Díaz, IA. 2012. Epífitas vasculares en el dosel de Bosques manejados: un componente importante pero poco conocido de la biodiversidad de los bosques nativos. Informe final, Proyecto Fondo Bosque Nativo CONAF. 34 p.
- Dubuisson J, H Schneider, S Hennequin. 2009. Epiphytism in ferns: diversity and history. *Comptes rendus biologiques*, 332(2-3): 120–8. INTERNET: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19281945> [Accessed July 18, 2011].
- Echeverría C, D Coomes, J Salas, JM Rey- Benayas, A Lara, A. Newton .2006. Rapid deforestation and fragmentation of Chilean Temperate Forests. *Biological Conservation* 130: 481-494 .
- Franklin JF, D Lindenmayer, JM Macmahon, A Mckee, J Magnusson, DA Perry, R Waide, D Foster. 2000. Threads of continuity: ecosystem disturbances, biological legacies and ecosystem recovery. *Conservation Biology in Practice (USA)* 1: 8-16.
- Fuenzalida, H. 1971. Clima: Geografía Económica de Chile. Texto refundido. Corporación de Fomento de la Producción. Santiago, Chile. 99 - 152 .
- Galloway D. 1995. Los líquenes del bosque templado de Chile. In Armesto JJ, C Villagrán, M Arroyo ed. *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 101-112 .
- Gentry A, C Dodson. 1987. Contribution to nontrees to species richness of a tropical rain forests. *Biotropica* 19: 149-156.
- Hazell P, L Gustafsson. 1999. Retention of trees at final harvest evaluation of a conservation technique using epiphitic bryophyte and lichen transplants. *Biological Conservation* 90: 133-142.

- Hässel de Menéndez G, M F Rubies. 2004. Catalogue of Marchantiophyta and Anthocerotophyta of Chile, Argentina and Uruguay. En Edición.
- Hernández-Rosas J, M Carlsen. 2003. Estructura de las sinusias de plantas del dosel en un portador eschweilera. *Ecotropicos*, 16(1): 1–10.
- Hofstede R, K Dickinson, A Mark. 2001. Distribution, abundance and biomass of epiphyte- lianoid communities in a New Zealand lowland Nothofagus- podocarpus temperate rain forest: tropical comparisons. *Journal of Biogeography* 28: 1033-1049.
- Huber H. 1995. El Arboretum de la Universidad Austral de Chile: Área de investigación y educación forestal. Tesis Ing. Forestal. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 79 p.
- Johansson D. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. *Acta Phytogeographica Suecica* 59: 1-136.
- Laube S, G Zotz. 2007. A metapopulation approach to the analysis of long-term changes in the epiphyte vegetation on the host tree *Annona glabra* . *Journal of Vegetation Science* 18: 613-624.
- Lyons B, N Nadkarni, M North. 2000. Spatial distribution and succession of epiphytes on *Tsuga heterophylla* (western hemlock) in an old-growth Douglas-fir forest . *Can. J. Bot.* 78: 957- 068.
- Marticorena C, M Quezada. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. *Gayana* 42: 1-155.
- Marticorena A, D Alarcón, L Abello, C Atala. 2010. Plantas trepadoras, epífitas y parásitas nativas de Chile. Guía de Campo. Ed. Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile, 291 p
- Perry D. 1978. A method of access into the crowns of emergent and canopy trees. *Biotropica* 10: 155–157.
- Peterken G. 1996. *Natural Woodland: Ecology and Conservation in Northern Temperate Regions*. Cambridge University Press, Cambridge (2001 reprint).
- Pincheira- Ulbrich J. 2011. Patrones de diversidad de plantas trepadoras y epifitas vasculares en el bosque lluvioso Valdiviano de Sudamérica: una síntesis entre los años 2000 y 2010. *Phyton* 80:9-18.
- Quilhot W, E Fernández, C Rubio, M Goddard, ME Hidalgo. 1998. Lichen secondary products and their importance in environmental studies. In: Marcelli MP, Seaward MRD. Eds.

Lichenology in Latin America: history, current knowledge and applications. CETESB Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, Estado de Sao Paulo, Brazil.171–179

- Romero J, A Espejo, J García-Cruz. 2008. Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. Ciencias,91.
- Shaw D.2004. Vertical organization of canopy biota. *In* Lowman M, H. Rinker,eds. Forest canopies. San Diego, USA. Elsevier Academic Press. 73-101 p.
- Sillett S. 1999. Tree crown structure and vascular epiphyte distribution in *Sequoia sempervirens* rain forest canopies. Selbyana 20:76–97.
- Sillett S, M Bailey. 2003. Effects of tree crown structure on biomass of the epiphytic fern (Polypodiaceae) *Polypodium scolieri* in redwood forests . American Journal of Botany 90(2): 255–261.
- Sillett S, M Antoine. 2004. Lichens and Bryophytes. *In* Lowman M, H. Rinker,eds. Forest canopies. San Diego, USA. Elsevier Academic Press.151-174.
- Solminihaç D, M Maturana, A Tacón, M Gonzalez, ME Hermosilla, U Fernandez. 2007. Flora y fauna de la Selva Valdiviana presente en el Parque Urbano El Bosque. Imprenta América. Valdivia, Chile. 77 p.
- Sugden A, R Robins. 1979. Aspects of the ecology of vascular epiphytes in Colombian cloud forest. I. The distribution of the epiphytic flora. Biotropica 11(3): 173-188.
- Woda C, A Huber, A Dohrenbusch. 2006. Vegetación epífita y captación de neblina en bosques siempreverdes en la Cordillera Pelada, sur de Chile. Bosque 27(3): 231-240
- Zotz G, B Vollrath .2003. The epiphyte vegetation of the palm *Socratea exorrhiza* correlations with tree size, tree age and bryophyte cover. Journal of Tropical Ecology (19): 81- 90.
- Zotz G. 2005. Vascular epiphytes in the temperate zones: a review. Plant Ecology 176: 173–183.
- Zotz G, E Schultz. 2008. The vascular epiphytes of a lowland forest in Panama: species composition and spatial structure. Plant Ecology 195:131–141.

