

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES**  
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

**COMPOSICIÓN DE ESPECIES Y COBERTURA DEL  
SOTOBOSQUE EN BOSQUES VÍRGENES DE LENGUA  
(*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser)  
EN MONTE ALTO, XII REGIÓN**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Ingeniero Forestal

**MARIO ANDRES BASTIAS FUENTES**

Profesor Guía: Ing. Forestal, Dr. Harald Schmidt van Marle

**SANTIAGO – CHILE**  
**2005**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES**  
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

**COMPOSICIÓN DE ESPECIES Y COBERTURA DEL  
SOTOBOSQUE EN BOSQUES VÍRGENES DE LENGUA**  
*(Nothofagus pumilio (Poepp. et Endl.) Krasser)*  
**EN MONTE ALTO, XII REGIÓN**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Ingeniero Forestal

**MARIO ANDRES BASTIAS FUENTES**

**Calificaciones:**

<b>Profesor Guía Sr. Harald Schmidt</b>	<b>7,0</b>	.....
<b>Profesor Consejero Sr. Gustavo Cruz</b>	<b>6,5</b>	.....
<b>Profesor Consejero Sr. Antonio Vita</b>	<b>6,8</b>	.....

**SANTIAGO – CHILE**

**2005**

A mis padres, Guillermo y Otilia  
por su sacrificio, paciencia y amor...

Gracias

L.Q.M.

## **AGRADECIMIENTOS**

- A mi Profesor Guía Sr. Harald Smidth, por su paciencia, apoyo y constante preocupación en el desarrollo de esta memoria.
- A mi Profesor Consejero Sr. Gustavo Cruz, por su colaboración e interés en todos los temas referentes a la memoria.
- A mi Profesor Consejero Sr. Antonio Vita, por sus aportes en esta memoria.
- A mi hermana Pilar, por su ejemplo de sacrificio y apoyo. Además de darme un sobrino que es uno de los motores de mi vida.
- A mi hermana Mirtha, por su constante preocupación y apoyo.
- A Álvaro Promis, Raúl Caprile y Mirjam Dileman por su gran ayuda y compañía en Monte Alto.
- A Pablo Becerra por su vital conocimiento y colaboración en todo el desarrollo de la memoria.
- A todos quienes trabajan en la sala de proyectos de Sivicultura por su gran disposición a ayudar.
- A mis compañeros de estudios: Enrique, Rambo, Sati, Paulo, Maglio. Por sobre todo a Magda por sus cuadernos.
- A mis amigos de siempre: Andrés, Esteban, Manuel, Leo, Eduardo, Marcos. A los pimplolos. Todos ustedes me han ayudado a crecer.
- A todos quienes han ayudado en que esta memoria pudiera concluir.
- A todos los que han ayudado en mi formación.
- A Dios por darme todo lo que tengo...

## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>11</b>
2.1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA ESPECIE .....	11
2.1.1. Distribución geográfica .....	11
2.1.2. Características ecológicas.....	11
2.1.3. Estructura y dinámica de los bosques de lenga .....	12
2.2. SOTOBOSQUE .....	13
2.2.1. Estructura del bosque v/s sotobosque .....	14
2.2.1. Composición florística y riqueza del sotobosque de lenga.....	15
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
<b>4. MATERIAL</b> .....	<b>18</b>
4.1. ÁREA DE ESTUDIO .....	18
4.2. BOSQUE ESTUDIADO .....	19
<b>5. METODO</b> .....	<b>13</b>
5.1. DISEÑO DEL MUESTREO .....	21
5.1.1. Medición del bosque.....	22
5.1.2. Muestreo de la regeneración.....	22
5.1.3. Muestreo del sotobosque .....	22
5.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS FISONÓMICOS .....	24
5.2.1. Bosques húmedos de lenga-ñirre.....	24
5.2.2. Bosques achaparrados de lenga.....	25
5.2.3. Bosques de lenga puros .....	25
5.3. DESCRIPCIÓN AMBIENTAL Y ESTRUCTURAL DEL BOSQUE .....	26
5.4. ANÁLISIS COMPOSICIONAL DEL SOTOBOSQUE .....	26
5.4.1. Análisis a nivel de especies.....	26
5.4.1.1. Confección de tablas para los tipos fisonómicos .....	27
5.4.1.2. Confección de tablas para los bosques puros de lenga .....	27
5.4.2. Análisis cluster a nivel de comunidades.....	27

5.4.2.1. Confección de matrices para los tipos fisonómicos.....	29
5.4.2.2. Confección de matrices para los bosques puros de lenga.....	30
5.5. ANÁLISIS DE LA RIQUEZA DE ESPECIES EN EL SOTOBOSQUE .....	31
<b>6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	
6.1. VARIACIÓN ESTRUCTURAL ENTRE FISONOMÍAS DE BOSQUES VÍRGENES DE LENGAS.....	32
6.1.1. Estructura de los bosques húmedos de lenga-ñirre .....	33
6.1.2. Estructura de los bosques achaparrados de lenga.....	33
6.1.3. Estructura de los bosques de lenga puros.....	34
6.2. VARIACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL SOTOBOSQUE ENTRE LOS TIPOS FISONÓMICOS DE LOS BOSQUES VÍRGENES DE LENGAS.....	35
6.2.1. A nivel de composición de especies .....	35
6.2.2. A nivel de comunidad .....	38
6.3. VARIACIÓN COMPOSICIONAL EN LOS BOSQUES PUROS DE LENGAS VÍRGEN .....	40
6.3.1. Efecto de las fases de desarrollo sobre la composición de especies .....	40
6.3.1.1. A nivel de especies.....	40
6.3.1.2. A nivel de comunidad .....	42
6.3.2. Efecto de la calidad de sitio sobre la composición de especies.....	44
6.3.2.1. A nivel de especies.....	44
6.3.2.2. A nivel de comunidad .....	46
6.4. VARIACIÓN DE LA RIQUEZA DE ESPECIES DEL SOTOBOSQUE EN BOSQUES VÍRGENES DE LENGAS.....	48
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>54</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>56</b>
<b>APENDICES .....</b>	<b>61</b>

## RESUMEN

Los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl) Krasser) tienen gran importancia en el desarrollo económico y social en la Patagonia. En este estudio se analiza la composición y cobertura del sotobosque de los bosques vírgenes de lenga en el predio Monte Alto, en la XII Región. Para esto se procedió a determinar las diferencias de composición y cobertura de las especies del sotobosque en tres tipos fisonómicos: bosques húmedos de lenga-ñirre, bosque de lenga achaparrada y bosques de lenga puros. Por otra parte, se usaron los bosques de lenga puros para determinar si las condiciones de calidad de sitio y fase de desarrollo generan variaciones en la composición y la cobertura de especies del sotobosque.

El muestreo se realizó en cinco rodales en los bosques húmedos de lenga-ñirre, cinco rodales en los bosques achaparrados de lenga y 35 rodales en los bosques de lenga puro. En cada uno de estos rodales se ubicaron cinco puntos de muestreo elegidos al azar, donde se desarrolló una caracterización del bosque y se procedió a conformar una parcela de sotobosque de 20 m<sup>2</sup> (2 x 10 metros), en la cual se midieron las especies según la escala de Braun-Blanquet. Se utilizó el método "cluster" para el análisis de los resultados.

Los resultados indican que la cobertura total del sotobosque no presenta diferencias significativas ( $\alpha = 0,05$ ) entre los distintos tipos fisonómicos, donde la única variable de la estructura del bosque que puede discriminar entre los tres tipos fisonómicos es la altura del bosque. La cobertura promedio del sotobosque es de un 23 %.

La composición de especies no presenta variaciones entre los tipos fisonómicos. La riqueza es de 43 especies (ocho especies arbustivas y 35 especies herbáceas). Las especies que se encontraron en mayor cantidad de las parcelas fueron *Cardamine glacialis*, *Osmorhiza chilensis* y *Dysopsis glechomoides*.

El sotobosque de los bosques de lenga puros no es distinto en composición y cobertura para las distintas fases de desarrollo o calidades de sitio. Por lo cual, no se puede determinar la estructura o estado de los bosques vírgenes de lenga a partir de su sotobosque.

## SUMMARY

Lenga Forests (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl) Krasser) are of great importance for the social and economic development of Patagonia. In this study we analyzed the composition and coverage of the understory of selected virgin lenga forests of the XII Region. We determined the differences in composition and coverage of three physiognomic types of forests: humid forests of lenga-ñirre, lenga stocky forests and pure lenga forests. In addition, we tested if the conditions of site quality and development phase generate variations in the composition and coverage of the understory species under a pure lenga forest.

Plant sampling was made in five stands in the stocky forests of lenga and in 35 stands of pure lenga forests. In each stand, five randomly-selected sampling points of 20 m<sup>2</sup> (2x10 meters) were selected. Understory species were measured according to the Braun-Blanquet scale using a cluster analysis.

Total coverage of the understory did not present significant differences ( $\alpha = 0,05$ ) between the different physiognomic types. The only parameter of the forest's structure that differed between the physiognomic types was plant height. The average coverage of the understory was 23%.

The species composition did not present variations between the physiognomic types. The specific richness was of 43 species (eight shrub species and 35 herbaceous). The most frequent plant species were *Cardamine glacialis*, *Osmorhiza chilensis* and *Dysopsis glechomoides*.

The understory of the pure lenga forests did not differ in composition and coverage between different development phases or site qualities. Consequently, the structure or state of virgin lenga forests can not be predicted from understory data.



## 1. INTRODUCCIÓN

En Chile, el concepto de desarrollo sustentable se está utilizando masivamente desde hace aproximadamente 13 años. Este concepto que implica compatibilizar aspectos económicos, ambientales, técnicos y sociales, está siendo llevado a la práctica tanto por pequeños propietarios, como por grandes empresas que funcionan en Chile.

Para que esta definición pueda ser una realidad hay que conocer todos los factores que intervienen en los procesos productivos. La biodiversidad forestal es uno de ellos, la cual está dada no solamente por las especies arbóreas, sino también por la suma de otros organismos vegetales y animales que habitan en el gran número de ecosistemas que están presentes en los bosques.

La Patagonia posee un recurso forestal altamente valioso, los bosques de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl) Krasser). Esto es a nivel económico por ser la masa forestal con mayores posibilidades de cosecha y comercialización, como a nivel ambiental y social, ya que representan a bosques antiguos y son parte de una familia que se encuentra solo en Sudamérica y Oceanía.

Uno de los integrantes fundamentales de estas formaciones es el sotobosque, fuente de refugio y alimento para una gran parte de la fauna que los habita. Como primer eslabón en las distintas cadenas tróficas, determina la tasa de transformación de la energía solar en energía química y la velocidad con que los minerales son absorbidos e incorporados al sistema bajo diferentes situaciones microclimáticas, además de establecer el grado de protección del suelo contra la erosión (Lencinas *et al.*, 2004).

El manejo forestal tiende a imitar el ciclo de vida del bosque, sin embargo, es una actividad que genera variaciones dentro de los bosques. La modificación de la biodiversidad es uno de problemas que se aprecia al aplicar la silvicultura. Normalmente se detecta en los bosques intervenidos la incorporación de especies y un aumento en la fitomasa del sotobosque.

Para poder llevar a cabo un buen manejo forestal se debe conocer el funcionamiento del bosque en su forma original. Es por esta razón que el presente estudio pretende dar a conocer mejor las características propias del sotobosque en los bosques de lenga vírgenes a través de la composición y cobertura del sotobosque en tres tipos fisonómicos de bosque virgen de lenga. Además, se pretende identificar si componentes de la estructura de un bosque productivo de lenga, como son la calidad de sitio o la fase de desarrollo generan cambios en la cobertura o composición de especies del sotobosque.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA ESPECIE

#### 2.1.1. Distribución geográfica

La lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl) Krasser), crece en la Cordillera de los Andes desde la Provincia de Talca, en la VII Región, hasta Cabo de Hornos en la XII Región (Rodríguez *et al.* 1983; Dollenz, 1995). Por la costa, se encuentra en las partes altas de la Cordillera de Nahuelbuta y en la Cordillera Pelada en Valdivia (Guerra y Correa, 1973; Donoso, 1978; Rodríguez *et al.* 1983; Dollenz, 1995).

El Tipo Forestal Lenga se encuentra desde el paralelo 36° 50', donde representa el límite arbóreo altitudinal sobre los 1.000 m.s.n.m., hasta el paralelo 56° (Donoso, 1981). Sin embargo, en zonas más australes se encuentra a este tipo forestal ubicado a nivel del mar, como es el caso de Magallanes (Donoso, 1981). Este tipo forestal es el más abundante en la Duodécima Región, con un 42,8 % (1.124.563,8 ha) de la superficie regional y el segundo del país, con el 25,3 % (3.391.551,8 ha) de la superficie de bosques en Chile (CONAF-CONAMA, 1999).

#### 2.1.2. Características ecológicas

Teniendo en cuenta que lenga es una especie con un rango de distribución bastante amplio, presenta a su vez una gran amplitud ecológica donde predominan las bajas temperaturas y suelos que generalmente son de poca calidad. Requiere de una abundante pluviosidad, y tolera la nieve en épocas invernales. Esta especie genera adaptaciones estructurales para resistir los fuertes vientos cordilleranos y magallánicos (Guerra y Correa, 1973; Donoso, 1978; Donoso, 1981; Veblen y Schlegel, 1982; Rodríguez *et al.*, 1983; Araya, 1990; Donoso, 1993). Cuando lenga se acerca a los límites altitudinales de la vegetación, tiende a adoptar una forma achaparrada (Araya, 1990; Donoso, 1993). Los terrenos donde se ubica lenga son generalmente de topografía ondulada, aunque también crece en sectores cordilleranos interiores (Donoso, 1981).

En los límites del Bosque Caducifolio de Magallánico con la estepa patagónica es común encontrar una zona de transición ecológica, donde lenga se asocia con *Nothofagus antarctica* en forma de matorral dando paso a formaciones puras de esta última especie y luego a una pradera de gramíneas (Veblen y Schlegel, 1982; Araya, 1990).

Guerra y Correa (1973), consideran a la lenga como una especie intolerante a la sombra. Sin embargo, autores como Donoso (1978) y Rodríguez *et al.* (1983) reconocen que esta especie es medianamente tolerante, ya que se desarrolla frecuentemente bajo el dosel de *Araucaria araucana*. Además, en varios sectores de su distribución, crece mezclada con *Nothofagus dombeyi* y *N. alpina*.

### **2.1.3. Estructura y dinámica de los bosques de lenga**

En general, el bosque de lenga se presenta como un mosaico de rodales producto de distintos tipos de bosque, sitios y fases de desarrollo que son naturales. Es por esto que la estructura del bosque puede presentarse desde un bosque coetáneo de un estrato, hasta un bosque multietáneo pie a pie y multiestratificado (Schmidt y Urzúa, 1982).

En los bosques de lenga vírgenes, la distribución y coexistencia de árboles con distintas edades hace que se presente generalizado de un bosque multietáneo por bosquetes. Además, los bosquetes varían con el tiempo su estructura al pasar por las distintas fases de desarrollo, que son variables en su duración (Schmidt y Urzúa, 1982).

En el ciclo de desarrollo natural en los bosques vírgenes de lenga se pueden diferenciar cuatro fases de desarrollo (Schmidt y Urzúa, 1982):

- Fase de regeneración
- Fase de crecimiento óptimo
- Fase de envejecimiento
- Fase de desmoronamiento

Los árboles de lenga tienen un buen crecimiento juvenil en altura, mientras crecen bajo dosel o protegidos por el relieve y la posición topográfica. A su vez, el crecimiento en altura se limita en el momento en que los individuos del dosel superior se ven expuestos

a la acción mecánica y al efecto secante del viento (Kalela, 1941, citado por Schmidt y Urzúa, 1982).

Según Donoso (1992), el concepto de sitio forestal se define como un área de tierra con los factores climáticos, del suelo y bióticos que constituyen su medioambiente y que, en su conjunto, determinan la capacidad del área para desarrollar árboles forestales u otro tipo de vegetación. Los factores del medioambiente que determinan la calidad del sitio son denominados como factores de sitio.

La calidad de sitio se puede medir o estimar normalmente por medio de los siguientes métodos (Donoso, 1992):

- A través de la altura de los árboles dominantes (Índice de Sitio).
- A través de la definición de tipos forestales, o de especies indicadoras del sitio forestal.
- A través del estudio de los factores del sitio.

Kroeger (1986) y Donoso (1992) indican que la vegetación de un área es el reflejo de las condiciones del sitio, por lo que ciertos parámetros como presencia, frecuencia y abundancia relativa, podrían determinar la calidad del sitio. Estas especies son conocidas como indicadores vegetales que, generalmente, son especies pertenecientes al sotobosque.

En los bosques puros de lenga, el tamaño de los bosquetes varía según sea su origen. O sea, si son grandes superficies derivan de avalanchas u otros fenómenos alogénicos extensivos, en cambio pequeños bosquetes serían generados por la caída de uno o varios individuos viejos del estrato superior. La dinámica del bosque es una combinación de los factores alogénicos y autogénicos (Donoso, 1983; Veblen *et al.*, 1997).

## **2.2. SOTOBOSQUE**

La definición de sotobosque de la Real Academia de la Lengua Española es: "Vegetación formada por matas y arbustos que crece bajo los árboles de un bosque" (RAE, 2005). Esta descripción se complementó quedando definido el sotobosque para

efectos del estudio como “el conjunto de vegetales leñosos, semileñosos o herbáceos que forman la cubierta viva bajo el dosel de los árboles”.

El sotobosque está constituido por los estratos arbustivos y herbáceos, que representan un elemento estructural de importancia en la dinámica del bosque, especialmente si se considera que los individuos que conforman el dosel arbóreo superior durante una etapa de su vida forman parte del sotobosque (Gajardo y Serra, 1979).

### **2.2.1. Estructura del bosque v/s sotobosque**

La hipótesis analizada es que la cobertura del dosel arbóreo genera diferencias en la cobertura y composición florística del sotobosque. Esto se debería a la mayor o menor presencia de luz en el piso del bosque. Las diferentes coberturas estarán determinadas por la fase de desarrollo en que se encuentre el bosque. Diversos resultados han sido observados respecto a la relación entre estructura y sotobosque. Damascos y Rapoport (2002), demostraron en un bosque argentino, que la riqueza de especies entre situaciones bajo dosel y sectores con claros eran similares.

Boelcke (1985), indica que los bosques de lenga poseen un estrato arbustivo escaso o casi nulo, las especies herbáceas varían en su densidad según las condiciones del bosque principalmente en función de la mayor o menor disponibilidad de luz, es así como en sectores con una cubierta arbórea densa se observa un suelo completamente desnudo cubierta por una capa de mantillo.

Holmgren (2000), determinó en un bosque de lenga de Tierra del Fuego que el sotobosque presentaba una variación en la composición florística cuando se realizan intervenciones en el dosel superior, puesto que al ingresar más luz a piso del bosque se generan las condiciones óptimas para el ingreso de nuevas especies.

No se advierte relación entre el recubrimiento del dosel arbóreo de un bosque de raulí en Malleco y el recubrimiento del sotobosque, variando los valores en forma independiente. Se había supuesto, en principio, que a una mayor cobertura de los estratos arbóreos debiera corresponder una disminución en la cobertura del sotobosque, lo cual en este caso parece no cumplirse (Gajardo y Serra, 1979).

Kroeger (1986) determinó en un bosque de coigue-raulí-tepa-mañío que el sotobosque no presenta diferencias de cobertura y composición florística bajo distintos niveles de cubierta arbórea.

Concha (1998), determinó que en la pérdida de cobertura de las especies del sotobosque se presentan diferencias notorias según la intensidad de la intervención silvícola. Para el total de plantas, la pérdida en la intervención fuerte es tres veces mayor que en la intervención suave. Por grupos de plantas, la cobertura de todos estos, desde los arbustos hasta los musgos, disminuye ligeramente después de la intervención suave, mientras que la intervención fuerte afecta notoriamente a todos los grupos.

### **2.2.1. Composición florística y riqueza del sotobosque de lenga**

Las especies características encontradas en los bosques de lenga por Boelcke en 1985 son *Maytenus disticha*, *Acaena ovalifolia*, *Ribes magellanicum*, *Rubus geoides*, *Adenocaulon chilense*, *Codonorchis lessonii*, *Macrachaenium gracile*, *Viola reichei*, *Ranunculus peduncularis*, *Vicia magellanica*, *Osmorhiza chilensis*, *Calceolaria palenae*, *Galium fuegianum*, *Geum magellanicum*, *Cardamine glacialis*, *Poa scaberula*, *Chloraea magellanica*, *Gavilea lutea*, *Cystopteris fragilis*, entre otras.

Según Araya (1990) en los Parques Nacionales y Reservas Nacionales de la XI Región, cuando el estrato superior está formado por *Nothofagus pumilio*, el dosel medio se desarrolla en los claros y bordes del bosque y se compone de *Berberis darwinii*, *Maytenus disticha*, *Chilotrachium diffusum*, *Berberis serrato-dentata*, *Myoschilos oblongum*, *Ribes magellanica* y *Ribes cucullatum*. En el estrato inferior se encuentran especies herbáceas, siempre en sitios con mayor abertura de la cubierta. Algunas de las hierbas son: *Acaena ovalifolia*, *Viola reichei*, *Adenocaulon chilense*, *Osmorhiza chilensis*, *Galium* sp., *Macrachaenium gracile*, *Stellaria* sp., *Leucheria thermanum*, *Dactylis glomerata*, algunas especies de la familia Orchidaceae, *Chloraea magellanica*, *Codonorchis lessonii*, *Taraxacum officinale*, *Valeriana* sp. y *Ranunculus* sp.

En un estudio realizado por Martínez *et al.* (1994), en la Provincia de Chubut de Argentina, el bosque de lenga puro presenta un sotobosque compuesto por *Pernettya mucronata*, *Maytenus disticha*, *Berberis serrato-dentata*, *Berberis buxifolia*, *Codonorchis lessonii*, *Leucheria eriocephala*, *Leucheria hahnii*, *Viola reichei*, *Chloraea cylindrostachya*, *Valeriana lapathifolia*, *Adenocaulon chilense*, *Chilotrachium diffusum*,

*Escallonia rosea*, *Elymus angulatus*, *Osmorhiza chilensis*, *Perezia prenanthoides*, *Acaena antarctica*, *Ribes magellanicum*, *Ribes cucullatum*, *Stipa* sp., *Rubus geoides*, *Empetrum rubrum*, *Bromus coloratus*, *Cerastium* sp., *Stellaria arvalis*, *Veronica* sp., *Uncinia macrolepis*, *Arachnitis uniflora*, *Gunnera tinctoria* y *Gunnera magellanica*.

Concha (1998), indica que en Aysén el sotobosque del bosque de lenga es abierto, compuesto por arbustos, hierbas, helechos y musgos. El estrato arbustivo alcanza hasta dos metros de altura. En éste predominan *Fuchsia magellanica*, *Ribes magellanicum* y *Maytenus disticha*, pudiéndose encontrar ocasionalmente *Berberis ilicifolia* y *Pernettya mucronata*. el estrato herbáceo está compuesto principalmente por *Macrachaenium gracile*, *Gunnera magellanica*, *Viola maculata* y *Acaena magellanica*. Con menor frecuencia es posible encontrar *Osmorhiza chilensis*, *Valeriana lapathifolia* y *Adenocaulon chilense*. Ocasionalmente se encuentra *Rubus geoides*, *Carex* sp., *Codonorchis lessonii* y *Luzuriaga radicans*. Los helechos se presentan en forma frecuente en todo el bosque, encontrándose *Blechnum penna-marina*, *Polystichum* sp. y *Asplenium dareoides*. Además, este mismo autor, indica que la cobertura del sotobosque es baja, llegando a ser del orden de un 36,1 %.

Holmgren (2000), identifica en sectores sin intervenir del bosque de lenga a un sotobosque bastante ralo, compuesto principalmente por regeneración de lenga, musgos, *Ranunculus seriocephalus*, *Cardamine glacialis*, *Poa* spp. y *Ribes magellanicum*. También determina que la baja cantidad de especies del sotobosque se debe a la poca cantidad de luz que llega al piso del bosque, debido a la alta densidad del dosel superior del bosque.

En Skyring, XII Región, Márquez (1999) identificó a 18 especies como las más abundantes en esta zona de bosques de lenga sin intervención. Además, indica que la cobertura media del sotobosque es de un 47 %, donde rara vez llega al 100 %. Este mismo autor concluye que en sitios buenos, la cobertura total del sotobosque es mayor que en sitios regulares o malos. Esta condición está dada porque los factores que inciden en el comportamiento del sotobosque al ocupar el espacio son las mismas por las cuales se definen las calidades de sitio buenas.



En un bosque argentino de lenga cercano a San Carlos de Bariloche (Damascos y Rapoport, 2002), se encontraron 26 especies, de las cuales 18 estaban bajo dosel, 16 en claros pequeños y 14 en claros de tamaño mediano.

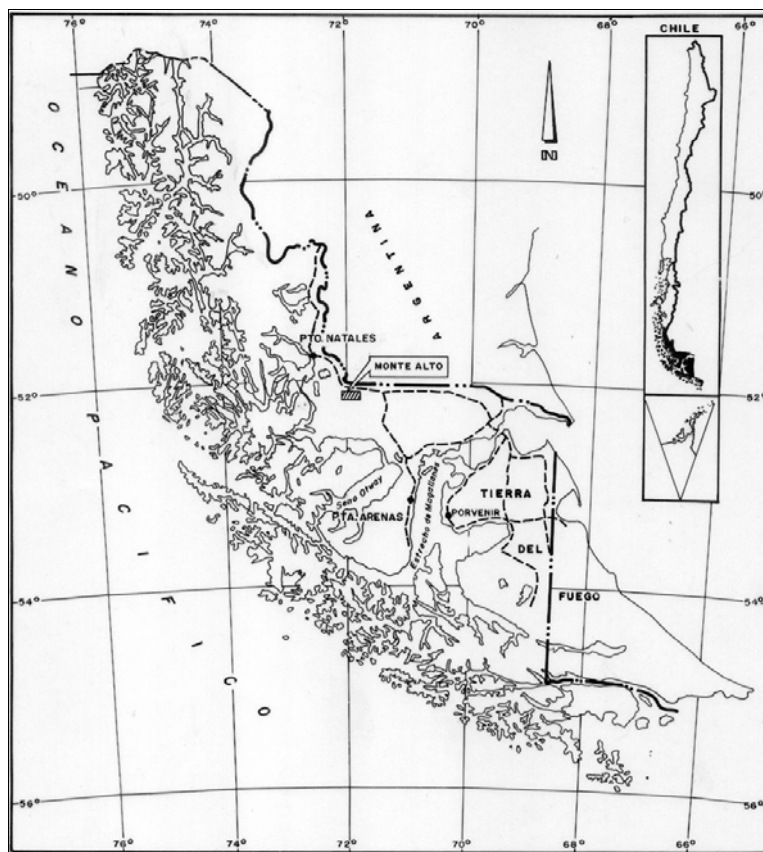
### **3. OBJETIVOS**

- Analizar y determinar las diferencias de composición y cobertura de las especies del sotobosque en tres fisonomías de bosques vírgenes: bosques húmedos de lenga-ñirre, bosque de lenga achaparrada y bosques de lenga puros.
- Analizar en bosques vírgenes de lenga puros, si las condiciones de calidad de sitio y fase de desarrollo generan variaciones en la composición y la cobertura de especies del sotobosque.

## 4. MATERIAL

### 4.1. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en el Lote N° 3 del predio Monte Alto (Figura 1) perteneciente a la Sociedad “Forestal y Ganadera Monte Alto Ltda.”, ubicada en la Comuna de Natales, Provincia de Última Esperanza, XII Región. Al predio se accede por la carretera N° 9 en el kilómetro 180 desde Punta Arenas hacia Puerto Natales.



**Figura 1:** Mapa de ubicación del predio Monte Alto.

Pisano en 1977, de acuerdo con la clasificación de Köppen, inserta al predio de Monte Alto en la Zona de Clima Trasandino con Degeneración Esteparia, que corresponde a una transición entre los climas extremadamente lluviosos del lado occidental de Magallanes y el clima estepario frío de las estepas ubicadas al oriente de la cordillera,

con precipitaciones entre los 400 – 620 mm al año, de los cuales gran parte caen en forma de nieve.

En el área de estudio, la temperatura media mensual máxima es de 10,2 °C en Febrero y la temperatura media mensual mínima es de -2,3 °C en Julio (Promis, 1999).

Las precipitaciones en Monte Alto son de 596 mm, las que se distribuyen en forma homogénea durante el año (Schmidt *et al.*, 2003). Además, Promis (1999), indica que la humedad relativa del bosque tiene valores máximos cercanos al 96% durante el invierno y mínimos a mediados de primavera, con un 77%.

El relieve del área de estudio está compuesto principalmente por lomajes (Díaz y Roberts, 1960). El rango de altitud del predio vá desde los 180 a los 610 m. s. n. m. De acuerdo con lo indicado por Díaz y Roberts (1960) y por INIA (1982), Monte Alto presenta suelos de la Serie Sietecolores, pertenecientes al grupo de Suelos Pardo Podzólicos de Magallanes. Estos suelos fueron originados a partir de sedimentos glaciales mezclados con cenizas volcánicas. La textura dominante en el perfil es media, de profundidad mediana, fertilidad moderada y permeabilidad moderadamente lenta.

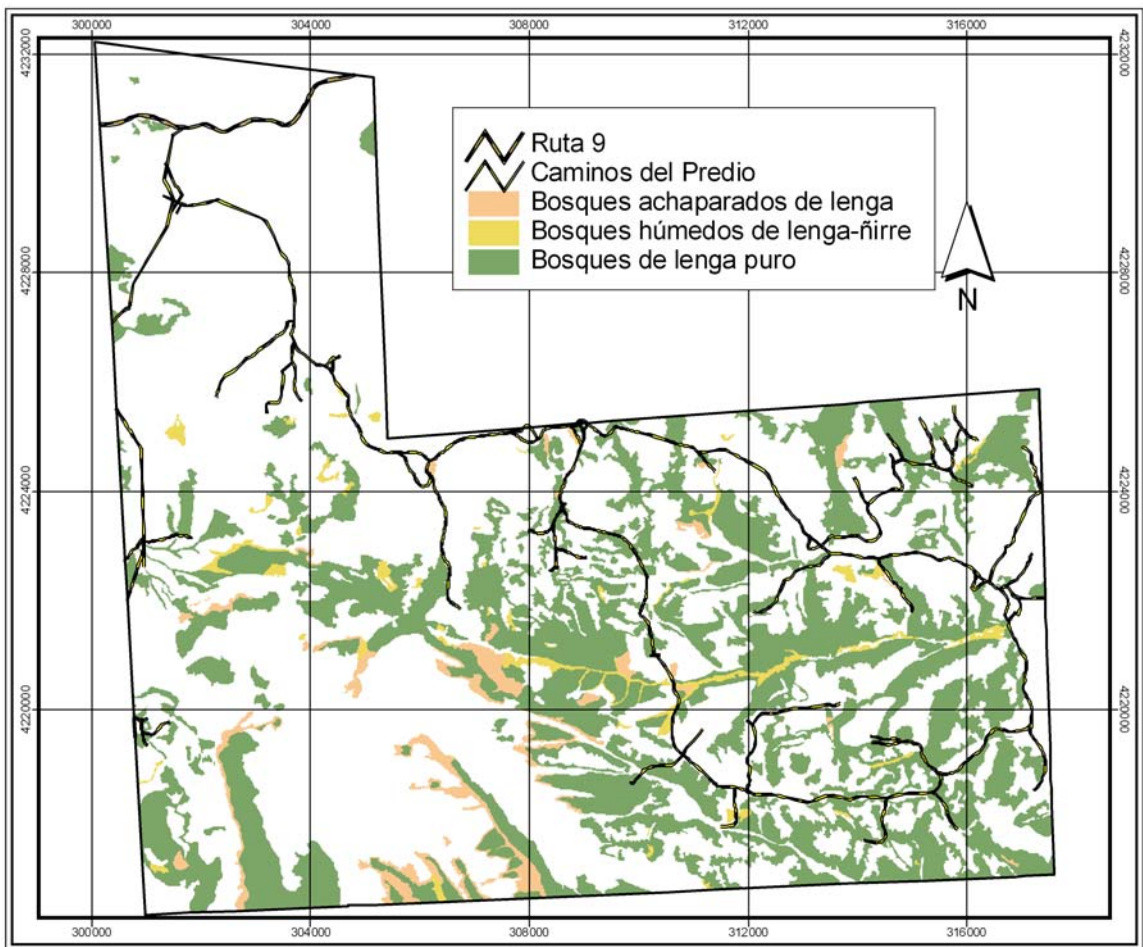
La vegetación del área de estudio se inserta en la Región del Bosque Andino-Patagónico, Sub- Región de las Cordilleras Patagónicas, en la formación vegetal del Bosque Caducifolio de Magallanes (Gajardo, 1994). Según la clasificación realizada por Pisano en 1977, esta zona pertenece a la Provincia Biótica del Bosque Magallánico Deciduo y a la sub-asociación *Nothofagus pumilio - Maytenus disticha*.

## **4.2. BOSQUE ESTUDIADO**

El predio de Monte Alto tiene una superficie de 18.001 hectáreas. El estudio se concentró en los bosques vírgenes, que corresponden a 5.516 hectáreas (el 30,6 % del predio). Estos bosques, según Schmidt et al. (2003) se disgregan en:

- 3.188 hectáreas de bosques vírgenes productivos de lenga
- 1.709 hectáreas de bosques vírgenes de protección de lenga
- 378 hectáreas de bosques achaparrados de lenga
- 240 hectáreas de bosques húmedos de lenga-ñirre

A continuación se presenta un mapa con todos los bosques de lenga vírgenes del predio Monte Alto, donde se unieron los bosques vírgenes productivos y los de protección de lenga para formar a los bosques de lenga puros. En el mapa se diferencian los bosques húmedos de lenga-ñirre, los bosques achaparrados de lenga y los bosques de lenga puros.



**Figura 2:** Mapa de los bosques vírgenes del área de estudio en el predio Monte Alto

## 5. MÉTODO

### 5.1. DISEÑO DEL MUESTREO

Para cumplir el objetivo de analizar y determinar las diferencias de composición y cobertura de las especies del sotobosque, se definieron tres fisonomías de bosque: bosque húmedo de lenga-ñirre, Bosque achaparrado y Bosque de lenga puro. En el cuadro 1 se detalla el número de rodales elegidos para el muestreo por tipo fisonómico.

**Cuadro 1:** Cantidad de rodales por tipo fisonómico

<i>Tipo Fisonómico</i>	<i>Número de rodales</i>
Bosque húmedo de lenga-ñirre	5
Bosque achaparrado de lenga	5
Bosque de lenga puro	35

Con la ayuda de la cartografía digitalizada de la empresa, se identificaron los rodales pertenecientes a cada tipo fisonómico y se eligieron en forma aleatoria los rodales a muestrear. En cada rodal se distribuyeron cinco puntos de muestreo en forma aleatoria y en cada uno de estos puntos se midieron las coordenadas UTM, la exposición y la pendiente.

Para analizar en el tipo fisonómico Bosque de lenga puro, si las condiciones de calidad de sitio y la fase de desarrollo del bosque generan variaciones en la composición y la cobertura de especies del sotobosque se utilizaron los datos obtenidos de los 35 rodales muestreados. Para este tipo fisonómico se identificaron cuatro clases de sitio (máxima altura que alcanzan los individuos presentes en el dosel superior) y cinco fases de desarrollo, las que quedaron definidas bajo la siguiente estratificación:

- Calidad de sitio
  - **S1:** Sitio pobre (clase de sitio entre 8 y 12 metros)
  - **S2:** Sitio malo (clase de sitio entre 12 y 16 metros)
  - **S3:** Sitio regular (clase de sitio entre 16 y 20 metros)
  - **S4:** Sitio bueno (clase de sitio mayor a 20 metros)

- Fase de desarrollo del bosque
  - **F1:** Fase de desmoronamiento con regeneración
  - **F2:** Fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo inicial
  - **F3:** Fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo medio
  - **F4:** Fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo final
  - **F5:** Fase de desmoronamiento con envejecimiento

#### **5.1.1. Medición del bosque**

Mediante el uso de un dendrómetro se determinó el área basal entorno a cada punto de muestreo, y la calidad del sitio se midió a través de la altura de tres árboles dominantes en el estrato superior del bosque. En los bosques de lenga puro se definió además, la fase de desarrollo.

#### **5.1.2. Muestreo de la regeneración**

En cada punto de muestreo se midió la densidad y la altura de la regeneración de lenga, en una parcela de 1 m<sup>2</sup>. Para la densidad se usaron los siguientes rangos, los que posteriormente se expandieron a hectárea.

- 0 a 5 plantas por m<sup>2</sup>
- 5 a 10 plantas por m<sup>2</sup>
- 10 a 25 plantas por m<sup>2</sup>
- 25 a 50 plantas por m<sup>2</sup>
- 50 a 75 plantas por m<sup>2</sup>
- 75 a 100 plantas por m<sup>2</sup>
- 100 a 150 plantas por m<sup>2</sup>
- 150 a 200 plantas por m<sup>2</sup>

#### **5.1.3. Muestreo del sotobosque**

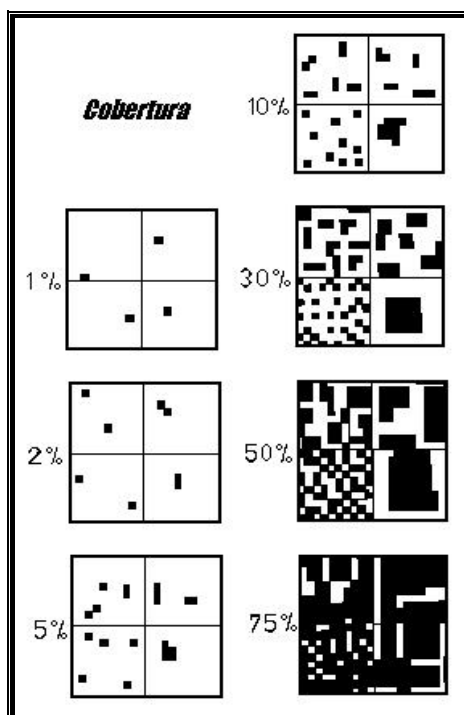
Para la caracterización del sotobosque en cada punto de muestreo se realizó una parcela de 20 m<sup>2</sup> (2 x 10 m). En estas parcelas se identificaron las especies y se midió la abundancia de cada una de ellas, basándose en la escala de Braun-Blanquet (Glavac y Hakes, 1996) que se observa en el cuadro 2, y que permite integrar los valores de cantidad de individuos y la cobertura (Figura 3). Estos datos se recogieron tanto para el

sotobosque en su conjunto, como para cada una de las especies que se encontraron presentes en la parcela.

**Cuadro 2:** Escala de Braun-Blanquet

Código	Nº Individuos o Tallos	Cobertura de la Especie
-	0	
R	1	
+	2 – 5	< 5 %
1	5 – 50	< 5 %
2m	> 50	< 5 %
2a	"x" individuos	5 – 15 %
2b	"x" individuos	15 – 25 %
3	"x" individuos	25 – 50 %
4	"x" individuos	50 – 75 %
5	"x" individuos	75 – 100 %

Fuente: Glavac y Hakes (1996).



**Figura 3:** Esquema de las coberturas y sus distribuciones en superficies

El método fitosociológico de Braun-Blanquet se basa en unidades o asociaciones vegetales naturales. En la tipificación no se usan solamente las plantas más abundantes, sino que también las especies acompañantes, que en los análisis pueden indicar las características sobresalientes del sitio (Kroeger, 1986).

## 5.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS TIPOS FISONÓMICOS

Se analizó en terreno si los rodales seleccionados corresponden al tipo fisonómico asignado. Si el rodal presentaba características distintas a las identificadas a priori, se desechó y se reemplazó por otro rodal con las características requeridas para el tipo fisonómico.

### 5.2.1. Bosques húmedos de lenga-ñirre

Estos bosques se diferencian por las siguientes características topográficas y estructurales (figura 4):

- Sectores asociados fondos de quebrada o con cursos de agua permanente
- En general los fustes de los árboles son sinuosos y presentan mal desrame natural
- Altos niveles de humedad al interior del bosque



**Figura 4:** Fotografía de un rodal de bosque húmedo de lenga-ñirre



### 5.2.2. Bosques achaparrados de lenga

Los bosques achaparrados de lenga se diferencian de otros tipos fisonómicos por las siguientes características (figura 5):

- Se ubican normalmente en las cimas de los cerros o en laderas con alta influencia del viento
- En general los fustes de los árboles son rectos
- Bajas alturas de los individuos arbóreos (menores a los 14 metros)
- Bajos niveles de humedad al interior del bosque



**Figura 5:** Fotografía de un rodal de bosque achaparrado de lenga

### 5.2.3. Bosques de lenga puros

Estos bosques presentan la mayor proporción de las superficies de los bosques estudiados (27,2 %). Poseen las siguientes características (figura 6):

- Se ubican en sectores planos y de media ladera
- Árboles con fustes rectos y buen desrame natural
- Presentan alturas superiores a los ocho metros
- Bosques con claro potencial productivo maderero



**Figura 6:** Fotografía de un rodal de bosque puro de lenga

### **5.3. DESCRIPCIÓN AMBIENTAL Y ESTRUCTURAL DEL BOSQUE**

Para cada tipo fisonómico se obtuvo los valores de altura y área basal de los bosques. Dentro de la caracterización de la estructura del bosque se calcularon los porcentajes de cobertura del sotobosque.

Para determinar diferencias estadísticas entre las variables ambientales y estructurales entre los distintos tipos fisonómicos se realizaron análisis de varianza de un factor (ANDEVA) con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha = 0,05$ ). En caso de encontrar diferencias significativas se aplicó el método de comparaciones de Scheffé (Canavos, 1988).

### **5.4. ANÁLISIS COMPOSICIONAL DEL SOTOBOSQUE**

#### **5.4.1. Análisis a nivel de especies**

El análisis a nivel de especies se orientó a encontrar las especies que se encontraron en el mayor número de parcelas.

#### **5.4.1.1. Confección de tablas para los tipos fisonómicos**

Con los datos obtenidos del muestreo, se realizó una tabla con el número de parcelas en que se encontró cada especie del sotobosque y su respectivo porcentaje (%) de apariciones en el total de las parcelas y en cada tipo fisonómico.

#### **5.4.1.2. Confección de tablas para los bosques puros de lenga**

Para los bosques puros de lenga se crearon dos tablas, una relacionada con la fase de desarrollo y la otra con la clase de sitio. La primera se generó con la cantidad y porcentaje de parcelas donde se encontraron las especies del sotobosque además del porcentaje de apariciones por cada fase de desarrollo. La segunda se hizo con la cantidad y porcentaje de parcelas de este tipo fisonómico donde se encontró cada una de las especies del sotobosque además del porcentaje de apariciones por cada clase de sitio.

#### **5.4.2. Análisis cluster a nivel de comunidades**

Para efectos del estudio se definió comunidad como “un grupo de poblaciones de varias especies que ocupan un área o espacio determinado” (Donoso, 1992), entendiendo por población a un grupo de individuos de una misma especie.

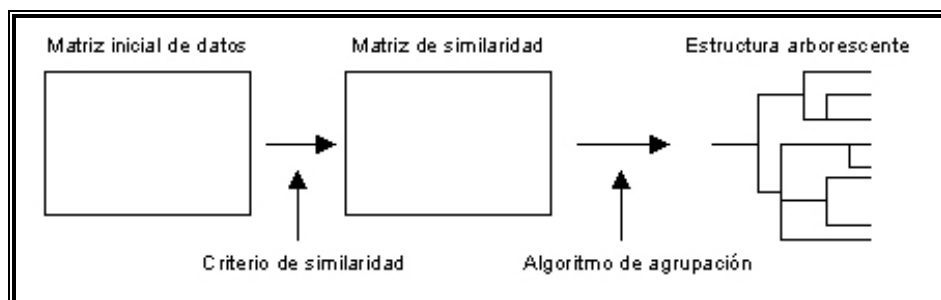
Para la descripción del sotobosque a nivel de comunidad se usó el método del análisis “cluster”, el que permite formar asociaciones de variables que sean homogéneas en el interior de estos grupos, pero distintos entre ellos. Debido al alto número de factores ambientales que describen a las comunidades vegetales, es que los análisis “cluster” entregan como resultado tendencias de asociación.

En una primera etapa se generaron matrices de datos, según el esquema presentado en el cuadro 3.

**Cuadro 3:** Esquema de una matriz inicial de datos

	Parcela 1	.....	.....	.....	.....	Parcela m
Especie 1						
.						
.						
.						
Especie n						

A partir de estas matrices, se procedió a las etapas de clasificación (figura 7) definidas por Vivanco (1999), quien determina que la matriz de datos se modifica según un criterio de similitud, generando una matriz de similitud. El criterio de similitud a usar depende si los valores de la matriz son continuos o discretos.



**Figura 7:** Etapas de clasificación de variables en el análisis “clúster” (Modificado de Vivanco, 1999)

En cada una de las matrices iniciales se tienen valores de cobertura (%) y de presencia o ausencia (1 y 0, respectivamente) de cada una de las especies del sotobosque. Esto permitió realizar los criterios de similitud con distintos índices de similitud.

El índice usado para generar la matriz de similitudes con los valores de presencia y ausencia fue el Índice de Jaccard, que es útil para variables discretas:

$$IS_j = \frac{c}{a + b + c} \cdot 100$$

Donde:  $IS_j$  = Índice de similitud de Jaccard

$c$  = nº de especies comunes en las parcelas A y B

$a$  = nº de especies propias de la parcela A

$b$  = nº de especies propias de la parcela B

Para efectos de usar los valores de cobertura se usó el Índice de Jaccard modificado por Elleberg (Mueller-Dombois y Elleberg, 1974), puesto que esta modificación permite trabajar con variables continuas:

$$IS_E = \frac{Mc/2}{Ma + Mb + Mc/2} \cdot 100$$

Donde:  $IS_E$  = Índice de Jaccard modificado por Elleberg

$Mc$  = Suma de los valores cuantitativos de las especies comunes entre parcelas A y B

$Ma$  = Suma de los valores cuantitativos de las especies restringidas a A

$Mb$  = Suma de los valores cuantitativos de las especies restringidas a B

Luego de obtener esta nueva matriz, Vivanco (1999) indica que mediante un algoritmo de agrupación se proceden a crear las estructuras arborescentes (figura 7), denominadas dendrogramas. Estas estructuras permiten determinar si las variables (parcelas) se agrupan en los estratos definidos (tipos fisonómicos y/o estratificación del bosque puro de lenga).

El algoritmo de clasificación utilizado para generar los dendrogramas es el UPGMA (unweighted pair group method using arithmetic average), que realiza grupos usando los promedios aritméticos no ponderados.

El software estadístico utilizado fue “Vegana” con su módulo “Ginkgo”, que permitió utilizar las funciones antes descritas. Este programa fue desarrollado por la Universidad de Barcelona y está orientado a estudios de la vegetación. Se encuentra disponible on-line desde la página web <http://biodiver.bio.ub.es/vegana/castellano/index.html>.

Las matrices iniciales de datos se crearon como se describe a continuación.

#### **5.4.2.1. Confección de matrices para los tipos fisonómicos**

El análisis “cluster” de los tipos fisonómicos se realizó en dos escalas. Para la primera, llamada “escala de bosque”, se usaron 25 parcelas por tipo fisonómico y se obtuvieron los valores para generar las matrices de cobertura y presencia-ausencia (promedios de cobertura y 1 o 0 para la presencia/ausencia, respectivamente). En esta escala la matriz inicial de datos presenta en las columnas los valores por tipo fisonómico.

En la segunda, llamada “escala de parcelas”, se utilizaron todas las parcelas de los tipos fisonómicos para generar la matriz.

#### 5.4.2.2. Confección de matrices para los bosques puros de lenga

El análisis “cluster” en los bosques puros de lenga busca determinar si la fase de desarrollo o la clase de sitio generan diferencias de sotobosque. Para esto se procedió a generar listados donde se mantiene una de estas variables como factor fijo.

- **Efecto de la fase de desarrollo:** Como primer paso se revisó el número de parcelas en cada fase de desarrollo y se obtuvo el mínimo de parcelas a usar por fase de desarrollo. Luego se seleccionó al azar este número menor de parcelas para cada fase de desarrollo y se procedió a calcular un promedio de cobertura por fase para cada especie y así construir la primera matriz (Cuadro 4). Además, se generó otra matriz con los valores de presencia-ausencia correspondientes.

**Cuadro 4:** Esquema de una matriz con la fase de desarrollo como variable

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	Fase 5
Especie 1					
.					
.					
.					
Especie n					

Posteriormente, se seleccionaron las parcelas de cada una de las cuatro calidades de sitio y se prepararon matrices bajo la misma estructura de las dos anteriores. O sea, se confeccionaron seis matrices iniciales para determinar el efecto fase de desarrollo.

- **Efecto de la calidad de sitio:** Se confeccionaron las matrices igual que para el efecto fase de desarrollo, pero con la calidad de sitio como variable (Cuadro 5).

**Cuadro 5:** Esquema de una matriz con la calidad de sitio como variable

	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4
Especie 1				
.				
.				
.				
Especie n				

## **5.5. ANÁLISIS DE LA RIQUEZA DE ESPECIES EN EL SOTOBOSQUE**

La riqueza del sotobosque tiene que ver con la cantidad de especies que contenga el sotobosque. Se realizó un listado florístico del sotobosque para el bosque virgen de lenga, como para sus tipos fisonómicos. Además, se realizaron listados con la riqueza de especies que se encuentran en cada fase de desarrollo y calidad de sitio en los bosques puros de lenga.

Por otra parte, se realizaron análisis de varianza para determinar si existían diferencias significativas entre la riqueza de especies para las diferentes fisonomías de bosque con un nivel de significancia del 5%. Asimismo, se realizaron esta misma prueba para determinar si habían diferencias significativas ( $\alpha = 0,05$ ) entre las fases de desarrollo o entre las calidades de sitios, con respecto a la riqueza de especies.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. VARIACIÓN ESTRUCTURAL ENTRE FISONOMÍAS DE BOSQUES VÍRGENES DE LENGA

En los bosques vírgenes en el área de estudio se encontraron claramente definidos los tres tipos fisonómicos identificados en la metodología, y éstos arrojaron una variedad de características ambientales (Cuadro 6).

**Cuadro 6:** Variables ambientales de los tipos fisonómicos

	Pendiente (%)		Altitud (m.s.n.m.)		Exposiciones dominantes
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
<b>Bosques húmedos de lenga-ñirre</b>	0	16	350	590	Sectores planos y Norte
<b>Bosques achaparrados de lenga</b>	0	26	420	580	Oeste y Sur
<b>Bosques de lenga puros</b>	0	27	250	590	Norte y Oeste

El bosque virgen de lenga del área de estudio presenta una altura promedio de 15 metros, un área basal promedio de 55 m<sup>2</sup>/ha y una cobertura promedio del sotobosque cercana al 23 %. Los tres tipos fisonómicos presentaron características propias en su estructura, las que se identifican claramente en el siguiente cuadro.

**Cuadro 7:** Variables vegetacionales promedio del bosque

	Altura del bosque (m)	Área basal del bosque (m <sup>2</sup> /ha)	Cobertura del sotobosque (%)	Regeneración (pl/ha)
<b>Bosques húmedos de lenga-ñirre</b>	11	48	32	328.000
<b>Bosques achaparrados de lenga</b>	9	46	29	346.000
<b>Bosques de lenga puros</b>	16	57	21	419.000

A partir de cuatro variables que podrían describir la estructura de los tipos fisonómicos, se analizó si existían diferencias significativas ( $\alpha = 0,05$ ) entre ellos, para cada una de estas variables (Cuadro 8).



**Cuadro 8:** Existencia de diferencias significativas ( $\alpha = 0,05$ ) entre los tipos fisonómicos de bosques

	<b>Bosque húmedo lenga-ñirre v/s Bosque achaparrado de lenga</b>	<b>Bosque húmedo lenga-ñirre v/s Bosque de lenga puro</b>	<b>Bosque achaparrado de lenga v/s Bosque de lenga puro</b>
<b>Pendiente entorno al punto de muestreo</b>	Si	No	Si
<b>Altura del bosque</b>	Si	Si	Si
<b>Área basal del bosque</b>	No	Si	Si
<b>Cobertura del sotobosque</b>	No	No	No

Nota: Los análisis estadísticos se encuentran en el Apéndice 1

### 6.1.1. Estructura de los bosques húmedos de lenga-ñirre

En estos bosques se observaron que las alturas de los individuos arbóreos no superan los 15 metros. Se determinó que el área basal promedio de este bosque es de  $48 \text{ m}^2/\text{ha}$  ( $\sigma = \pm 10,53 \text{ m}^2/\text{ha}$ ). Lencinas (2005), determinó en un bosque de húmedos de lenga-ñirre las alturas máximas del dosel arbóreo son de 17 m y el área basal es del orden de  $45 \text{ m}^2$ .

Con respecto a las pendientes, el 84 % de las parcelas tenían pendientes no superiores al 7%.

La regeneración en estos bosques es muy baja, en general no mayor a 50.000 plantas por hectárea, aunque se encontraron puntos específicos donde se observó una regeneración de alrededor de 2.000.000 plántulas por hectárea y mayormente con alturas que no superon los 10 cm.

### 6.1.2. Estructura de los bosques achaparrados de lenga

Los bosques achaparrados de lenga en la zona de estudio se caracterizan por presentar alturas de los árboles que no superan los 13 metros. Esto se debe a que se ubican generalmente en las cimas de los cerros y/o exposiciones Oeste, sectores donde predominan los fuertes vientos que ayudan a crear este tipo de formación.

El promedio del área basal de este bosque es de 46 m<sup>2</sup>/ha ( $\sigma = \pm 9,13$  m<sup>2</sup>/ha). Con respecto a la regeneración se observaron grandes variaciones, desde cero hasta 2.000.000 de plantas por hectárea. La altura máxima observada de la regeneración fue de 50 cm, sin embargo, la moda fue de 10 cm.

### **6.1.3. Estructura de los bosques de lenga puros**

Las parcelas muestreadas en los bosques vírgenes de lenga puros de Monte Alto presentan una amplia gama de combinaciones ambientales, pendientes que varían entre 0 y 27 %, altitudes de 250 a 590 m.s.n.m., exposiciones variadas y sectores con distintos niveles de humedad.

Las anteriores condiciones, más la variabilidad genética hace que se generen bosques con alturas de hasta los 25 metros. El área basal promedio es de 57 m<sup>2</sup>/ha ( $\sigma = \pm 9,13$  m<sup>2</sup>/ha). Lencinas (2005), indica que para bosques de lenga puro en un sector central de Tierra del Fuego (Argentina), la altura máxima para este tipo de bosque es de 23 m y el área basal es de 53 m<sup>2</sup> (valores promedio para bosques de lenga en sectores planos y de media ladera).

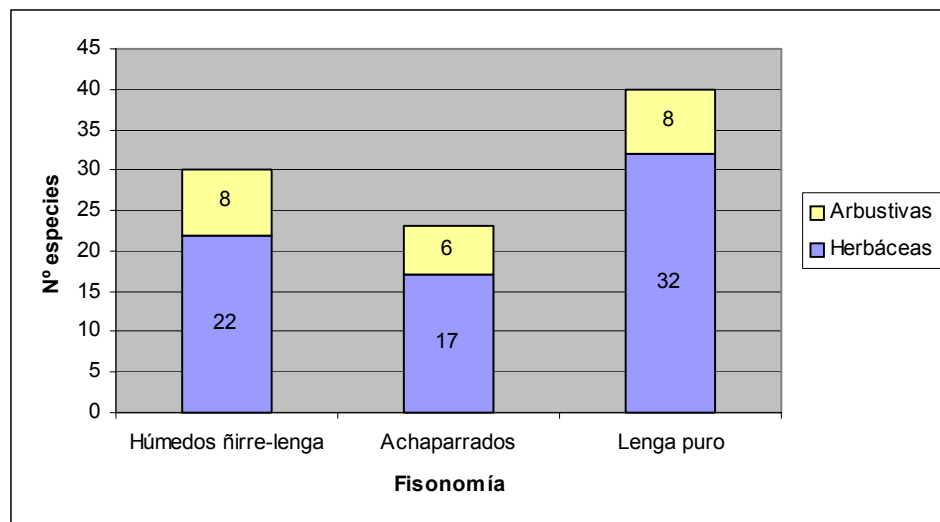
La cobertura del sotobosque es muy variada, en algunos sectores se encuentra una vegetación absolutamente rala y en otros sectores una vegetación tupida y alta. Sin embargo, predominan claramente las bajas coberturas de sotobosque.

La regeneración en los bosques de lenga puros fue muy variada, que va desde 0 a 2.000.000 de plantas y plántulas por hectárea, y las alturas máximas fueron del orden de 3 metros (regeneración avanzada).

## 6.2. VARIACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL SOTOBOSQUE ENTRE LOS TIPOS FISONÓMICOS DE LOS BOSQUES VÍRGENES DE LENGA

### 6.2.1. A nivel de composición de especies

Las especies presentes en los bosques vírgenes de lenga son 8 arbustivas y 35 herbáceas. Se reconocieron 30 especies en los bosques húmedos de lenga-ñirre, 23 especies en los bosques de lenga achaparrada y 40 especies en los bosques de lenga puro (figura 8). Las especies arbustivas encontradas (Cuadro 12) en mayor cantidad son *Maytenus disticha* (30 % de las parcelas), *Pernettya mucronata* (23% de las parcelas) y *Pernettya pumila* (21 % de las parcelas). Las especies de herbáceas con mayor presencia en las parcelas son *Cardamine glacialis* (55% de las parcelas), *Osmorhiza chilensis* (51% de las parcelas) y *Dysopsis glechomoides* (46% de las parcelas).



**Figura 8:** Gráfico de la riqueza de especies según tipo fisionómico

En los bosques húmedos de lenga-ñirre, las especies con mayores apariciones (cuadro 12) son *Schizeilema ranunculus* (72 % de las parcelas), *Acaena magellanica* (68 % de las parcelas) y *Blechnum penna-marina* (68 % de las parcelas), cabe destacar al arbusto *Chiliotrichium diffusum* con un 60 % de presencia en las parcelas. Las especies que se pueden considerar como representativas para los bosques húmedos de lenga-ñirre son *Senecio acanthifolius*, *Ribes magellanicum*, *Valeriana lapathifolia* y *Ranunculus peduncularis*. En un trabajo similar de Lencinas (2005) en Tierra del Fuego encontré

para este tipo de bosques húmedos un par de especies que concuerdan con las de este estudio: *Schizeilema ranunculus* y *Acaena magellanica*.

En los bosques de lenga achaparrados las especies más frecuentes (cuadro 12) son *Empetrum rubrum* (65 % de las parcelas), *Rubus geoides* (62 % de las parcelas) y *Pernettya mucronata* (58 % de las parcelas). En estos bosques achaparrados, las especies que se pueden considerar como representativas son *Empetrum rubrum*, *Senecio miser* y *Stipa rariflora*.

En los bosques puros de lenga se observaron con los valores más altos de frecuencia (cuadro 12) a *Osmorhiza chilensis* (57 % de las parcelas), *Cardamine glacialis* (56 % de las parcelas) y *Dysopsis glechomoides* (54 % de las parcelas), destacando a la arbustiva más frecuente que es *Maytenus disticha* con un 34 % de apariciones. Para los bosques puros de lenga las especies propias más comunes son *Dysopsis glechomoides*, *Festuca magellanica* y *Luzula alopecurus*. Lencinas *et al.* (2004), identifica a cinco especies herbáceas que no se ven afectadas por las distintas calidades de sitio. Ellas fueron *Cardamine glacialis*, *Dysopsis glechomoides*, *Galium aparine*, *Osmorhiza chilensis* y *Taraxacum officinale*. En el estudio realizado por Lencinas (2005), las especies herbáceas con mayor presencia en bosques puros de lenga fueron *Cardamine glacialis*, *Osmorhiza depauperata* y *Galium aparine*.

**Cuadro 12:** Listado de especies encontradas en los bosques vírgenes de lenga en Monte Alto y en cada tipo fisonómico

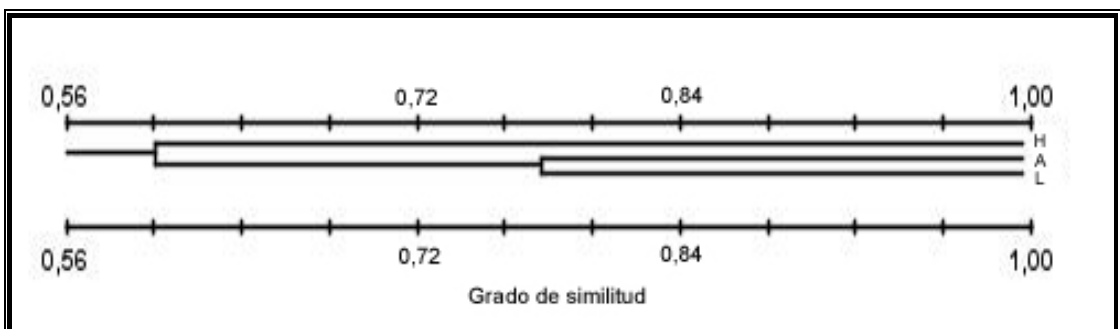
Especie	Nº de parcelas presente	Presencia en parcelas	Presencia en húmedos lenga-ñirre	Presencia en achaparrados	Presencia en lenga puro
<b>Arbustivas</b>					
<i>Berberis buxifolia</i>	18	8 %	12 %	12 %	7 %
<i>Berberis ilicifolia</i>	10	4 %	4 %	0 %	5 %
<i>Chiliodotium diffusum</i>	23	10 %	60 %	12 %	3 %
<i>Empetrum rubrum</i>	32	14 %	8 %	65 %	7 %
<i>Maytenus disticha</i>	68	30 %	8 %	27 %	34 %
<i>Pernettya mucronata</i>	52	23 %	32 %	58 %	17 %
<i>Pernettya pumila</i>	47	21 %	40 %	38 %	15 %
<i>Ribes magellanicum</i>	19	8 %	36 %	0 %	6 %
<b>Herbáceas</b>					
<i>Acaena magellanica</i>	34	15 %	68 %	4 %	9 %
<i>Adenocaulon chilense</i>	2	1 %	4 %	0 %	1 %
<i>Agrostis magellanica</i>	1	0 %	0 %	0 %	1 %
<i>Blechnum penna-marina</i>	51	23 %	68 %	15 %	17 %
<i>Cardamine geraniifolia</i>	1	0 %	0 %	0 %	1 %
<i>Cardamine glacialis</i>	125	55 %	64 %	42 %	56 %
<i>Cerastium arvense</i>	4	2 %	4 %	0 %	2 %
<i>Codonorchis lessonii</i>	24	11 %	8 %	4 %	12 %
<i>Cotula scariosa</i>	4	2 %	0 %	0 %	2 %
<i>Cystopteris fragilis</i>	2	1 %	0 %	0 %	1 %
<i>Dysopsis glechomoides</i>	104	46 %	20 %	15 %	54 %
<i>Festuca magellanica</i>	25	11 %	0 %	0 %	14 %
<i>Galium aparine</i>	7	3 %	0 %	0 %	4 %
<i>Gavilea lutea</i>	11	5 %	0 %	4 %	6 %
<i>Geum parviflorum</i>	2	1 %	8 %	0 %	0 %
<i>Gunnera magellanica</i>	34	15 %	52 %	38 %	6 %
<i>Luzula alopecurus</i>	17	8 %	0 %	0 %	10 %
<i>Lycopodium magellanicum</i>	4	2 %	0 %	0 %	2 %
<i>Macrachaenium gracile</i>	35	15 %	36 %	12 %	13 %
<i>Osmorhiza chilensis</i>	116	51 %	60 %	4 %	57 %
<i>Perezia lactuoides</i>	7	3 %	16 %	0 %	2 %
<i>Phleum commutatum</i>	6	3 %	16 %	0 %	1 %
<i>Poa pratensis</i>	21	9 %	32 %	4 %	7 %
<i>Ranunculus peduncularis</i>	20	9 %	40 %	0 %	6 %
<i>Rubus geoides</i>	80	35 %	48 %	62 %	30 %
<i>Schizeilema ranunculus</i>	66	29 %	72 %	31 %	23 %
<i>Senecio acanthifolius</i>	16	7 %	60 %	0 %	1 %
<i>Senecio miser</i>	6	3 %	0 %	12 %	2 %
<i>Stipa rariflora</i>	2	1 %	0 %	8 %	0 %
<i>Taraxacum officinale</i>	18	8 %	20 %	0 %	7 %
<i>Uncinia lechleriana</i>	12	5 %	0 %	8 %	6 %
<i>Uncinia tenuis</i>	6	3 %	0 %	0 %	3 %
<i>Valeriana lapathifolia</i>	33	15 %	40 %	4 %	13 %
<i>Veronica peregrina</i>	2	1 %	8 %	0 %	0 %
<i>Viola magellanica</i>	59	26 %	20 %	15 %	29 %

### 6.2.2. A nivel de comunidad

En la escala de bosque, generada por los promedios de cobertura en cada tipo fisonómico, los resultados obtenidos a partir de la matriz de similitudes (Cuadro 13) y del “cluster” (Figura 9) indica que los tres tipos de fisonomías (bosque húmedo lenga-ñirre, achaparrado y lenga puro) presentes en los bosques vírgenes de lenga no tienen diferencias en la composición de especies y en la cobertura del sotobosque. Las diferencias entre los pares de fisonomías son bajas, lo que no permite inferir que se forman grupos independientes.

**Cuadro 13:** Matriz de similitudes entre fisonomías con los valores de cobertura del sotobosque

Tipo fisonómico	Húmedos de lenga-ñirre	Achaparrados de lenga	Lenga puro
Húmedos de lenga-ñirre	1		
Achaparrados de lenga	0,56	1	
Lenga puro	0,64	0,78	1

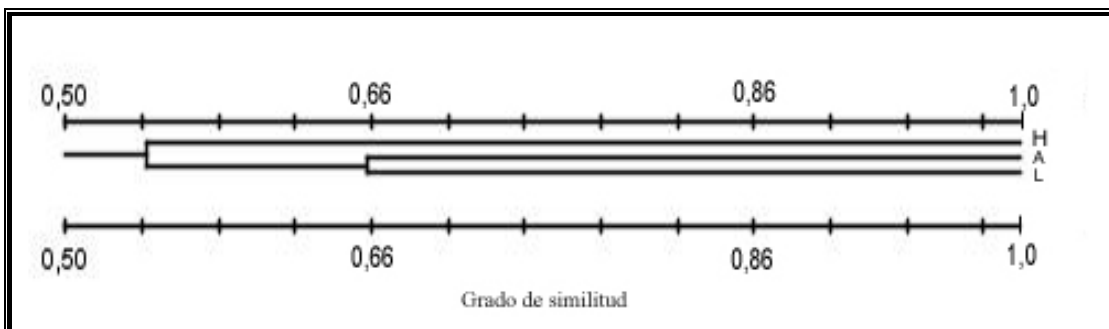


**Figura 9:** Dendrograma de las fisonomías con valores de cobertura del sotobosque (H: Bosques húmedos de lenga-ñirre; A: Bosques achaparrados de lenga; L: Bosques puros de lenga)

Se observa que al realizar el análisis de similitudes con valores de presencia y ausencia de especies del sotobosque los resultados son semejantes a los hechos con cobertura, tanto para la matriz de similitudes (Cuadro 14) como para el dendrograma (Figura 10), y a su vez no arrojan diferencias entre las distintas fisonomías en los bosques vírgenes de lenga.

**Cuadro 14:** Matriz de similitudes entre fisonomías con los valores de presencia y ausencia del sotobosque

Tipo fisonómico	Húmedos de lenga-ñirre	Achaparrados de lenga	Lenga puro
Húmedos de lenga-ñirre	1		
Achaparrados de lenga	0,5	1	
Lenga puro	0,59	0,66	1



**Figura 10:** Dendrograma de las fisonomías con valores de presencia y ausencia del sotobosque (H: Bosques húmedos de lenga-ñirre; A: Bosques achaparrados de lenga; L: Bosques puros de lenga)

En la escala de parcela se generaron matrices de similitud con sus dendrogramas asociados (Apéndice 2). Se observa que las parcelas se distribuyen en forma desordenada en los “clusters”. Esto indica que el sotobosque no es factor discriminante a la hora de diferenciar las fisonomías de los bosques vírgenes de lenga.

Aunque se puede apreciar en el dendrograma que tienden a agruparse varias parcelas de los bosques húmedos de lenga-ñirre, éstas no generan un grupo homogéneo (Apéndice 2), ya que no se encuentran todas bajo una misma rama en el “cluster”, además de mezclarse con otras parcelas pertenecientes a los bosques achaparrados o a los bosque de lenga puros. Esto puede deberse a la presencia de especies comunes en todos los tipos de bosques, que no permiten discriminar estadísticamente entre un tipo de bosque y otro. A su vez, las coberturas al ser similares, no permiten diferenciar a los distintos tipos fisonómicos.

## **6.3. VARIACIÓN COMPOSICIONAL EN LOS BOSQUES PUROS DE LENGA VÍRGEN**

### **6.3.1. Efecto de las fases de desarrollo sobre la composición de especies**

#### **6.3.1.1. A nivel de especies**

De acuerdo a la composición de especies de sotobosque (cuadro 15) se determina que las especies más abundantes para F1 son *Osmorhiza chilensis* (50 % de las parcelas), *Dysopsis glechomoides* (50 % de las parcelas) y *Maytenus disticha* (33 % de las parcelas). En el caso de F2 las más abundantes son *Cardamine glacialis* (55 % de las parcelas), *Dysopsis glechomoides* (52 % de las parcelas) y *Maytenus disticha* (48 % de las parcelas). Para F3 las más abundantes son *Osmorhiza chilensis* (69 % de las parcelas), *Dysopsis glechomoides* (59 % e las parcelas) y *Cardamine glacialis* (58 % de las parcelas). Las especies más abundantes en F5 son *Cardamine glacialis* (67 % de las parcelas), *Dysopsis glechomoides* (48 % de las parcelas) y *Osmorhiza chilensis* (43 % de las parcelas). Dentro de las fases de desarrollo no se presentan especies propias de cada una de las fases de desarrollo.



**Cuadro 15:** Listado de especies encontradas en los bosques vírgenes de lenga en Monte Alto y su presencia en cada fase de desarrollo

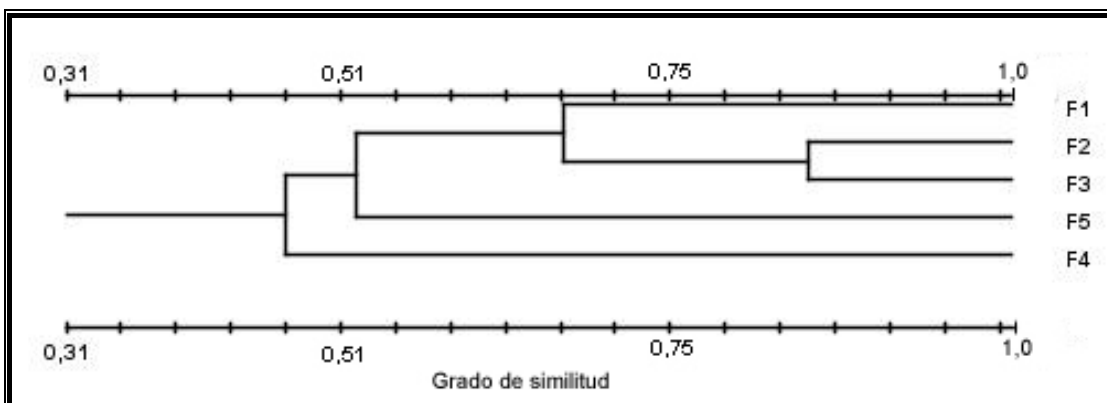
<b>Especies</b>	<b>N° parcelas presente</b>	<b>Presencia en parcelas</b>	<b>Presencia en F1</b>	<b>Presencia en F2</b>	<b>Presencia en F3</b>	<b>Presencia en F4</b>	<b>Presencia en F5</b>
<b>Arbustivas</b>							
<i>Berberis buxifolia</i>	12	7 %	0 %	12 %	5 %	5 %	10 %
<i>Berberis ilicifolia</i>	9	5 %	0 %	0 %	5 %	7 %	10 %
<i>Chilodictyon diffusum</i>	5	3 %	0 %	0 %	3 %	5 %	5 %
<i>Empetrum rubrum</i>	13	7 %	0 %	0 %	7 %	12 %	14 %
<i>Maytenus disticha</i>	59	34 %	33 %	48 %	43 %	15 %	14 %
<i>Pernettya mucronata</i>	29	17 %	0 %	21 %	11 %	20 %	29 %
<i>Pernettya pumila</i>	27	15 %	0 %	18 %	18 %	15 %	10 %
<i>Ribes magellanicum</i>	10	6 %	0 %	0 %	3 %	17 %	5 %
<b>Herbáceas</b>							
<i>Acaena magellanica</i>	16	9 %	0 %	0 %	12 %	15 %	5 %
<i>Adenocaulon chilense</i>	1	1 %	0 %	0 %	0 %	2 %	0 %
<i>Agrostis magellanica</i>	1	1 %	0 %	0 %	0 %	2 %	0 %
<i>Blechnum penna-marina</i>	30	17 %	17 %	15 %	22 %	15 %	10 %
<i>Cardamine geraniifolia</i>	1	1 %	0 %	0 %	0 %	2 %	0 %
<i>Cardamine glacialis</i>	98	56 %	17 %	55 %	58 %	54 %	67 %
<i>Cerastium arvense</i>	3	2 %	17 %	0 %	3 %	0 %	0 %
<i>Codonorchis lessonii</i>	21	12 %	17 %	15 %	15 %	5 %	10 %
<i>Cotula scariosa</i>	4	2 %	0 %	0 %	4 %	2 %	0 %
<i>Cystopteris fragilis</i>	2	1 %	17 %	0 %	0 %	0 %	5 %
<i>Dysopsis glechomoides</i>	95	54 %	50 %	52 %	59 %	51 %	48 %
<i>Festuca magellanica</i>	25	14 %	17 %	0 %	11 %	24 %	29 %
<i>Galium aparine</i>	7	4 %	17 %	0 %	0 %	7 %	14 %
<i>Gavilea lutea</i>	10	6 %	17 %	12 %	4 %	2 %	5 %
<i>Gunnera magellanica</i>	11	6 %	0 %	3 %	8 %	5 %	10 %
<i>Luzula alopecurus</i>	17	10 %	0 %	0 %	7 %	15 %	29 %
<i>Lycopodium magellanicum</i>	4	2 %	17 %	3 %	0 %	2 %	5 %
<i>Macrachaenium gracile</i>	23	13 %	0 %	15 %	19 %	7 %	5 %
<i>Osmorhiza chilensis</i>	100	57 %	50 %	45 %	69 %	54 %	43 %
<i>Perezia lactuoides</i>	3	2 %	17 %	0 %	0 %	2 %	5 %
<i>Phleum commutatum</i>	2	1 %	0 %	0 %	0 %	5 %	0 %
<i>Poa pratensis</i>	12	7 %	0 %	3 %	8 %	7 %	10 %
<i>Ranunculus peduncularis</i>	10	6 %	0 %	12 %	3 %	5 %	10 %
<i>Rubus geoides</i>	52	30 %	17 %	36 %	34 %	17 %	33 %
<i>Schizeilema ranunculus</i>	40	23 %	17 %	24 %	23 %	22 %	24 %
<i>Senecio acanthifolius</i>	1	1 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %
<i>Senecio miser</i>	3	2 %	0 %	0 %	4 %	0 %	0 %
<i>Taraxacum officinale</i>	13	7 %	17 %	0 %	4 %	12 %	19 %
<i>Uncinia lechleriana</i>	10	6 %	17 %	6 %	5 %	5 %	5 %
<i>Uncinia tenuis</i>	6	3 %	0 %	3 %	4 %	5 %	0 %
<i>Valeriana lapathifolia</i>	22	13 %	0 %	12 %	18 %	5 %	14 %
<i>Viola magellanica</i>	50	29 %	33 %	36 %	32 %	12 %	33 %

### 6.3.1.2. A nivel de comunidad

Al mantener constante la calidad de sitio se obtienen resultados que permitan inferir si existe efecto de la fase de desarrollo sobre la composición de especies. La máxima similitud al realizar la matriz de similaridades (Cuadro 16) y el dendrograma (Figura 11) con la cobertura del sotobosque se observó entre las fases de desmoronamiento con crecimiento óptimo inicial y desmoronamiento con crecimiento óptimo medio (85%) y la mínima entre las fases desmoronamiento con regeneración y desmoronamiento con crecimiento óptimo final (31%).

**Cuadro 16:** Matriz de similaridades del efecto fase de desarrollo con valores de cobertura del sotobosque

FASES DE DESARROLLO		F1	F2	F3	F4	F5
Desmoronamiento con regeneración	F1	1				
Desmoronamiento con crecimiento óptimo inicial	F2	0,66	1			
Desmoronamiento con crecimiento óptimo medio	F3	0,69	0,85	1		
Desmoronamiento con crecimiento óptimo final	F4	0,31	0,57	0,49	1	
Desmoronamiento con envejecimiento	F5	0,48	0,46	0,63	0,52	1



**Figura 11:** Dendrograma del efecto fase de desarrollo con valores de cobertura del sotobosque (F1: fase de desmoronamiento con regeneración; F2: fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo inicial; F3: fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo medio; F4: fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo final; F5: fase de desmoronamiento con envejecimiento)

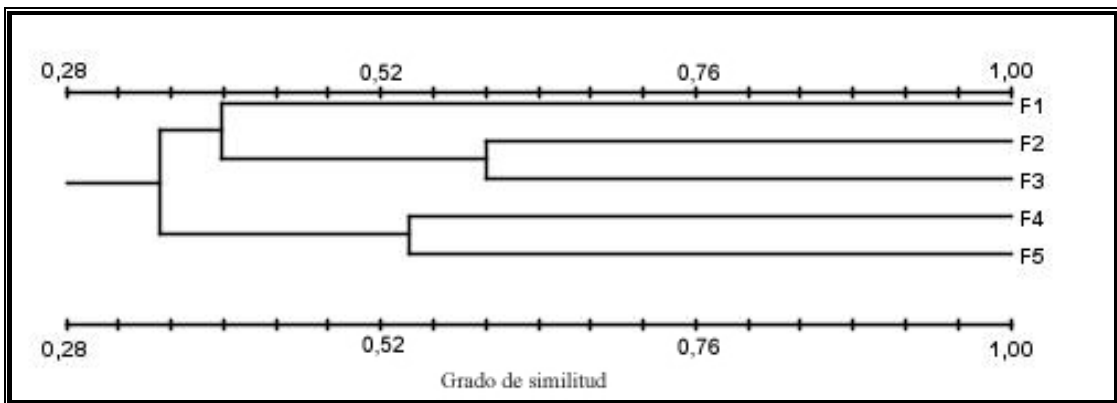
Para completar el análisis se realizó una matriz de similaridades (Cuadro 17) con los valores de presencia y ausencia del sotobosque, en donde se obtuvo que la máxima similitud se encuentra entre la fase desmoronamiento con crecimiento óptimo inicial y desmoronamiento con crecimiento óptimo medio (60 %) y la mínima entre las fases

desmoronamiento con regeneración y desmoronamiento con crecimiento óptimo final (28%). Por lo tanto, se demuestra una similitud de los resultados al utilizar la cobertura del sotobosque o los valores de presencia y ausencia.

Los valores obtenidos permiten determinar que las fases de desarrollo no generan diferencias en el sotobosque, tanto en su composición como en su cobertura. La figura 12 muestra cómo se mezclan las fases de desarrollo sin un patrón determinado.

**Cuadro 17:** Matriz de similitudes del efecto fase de desarrollo con valores de presencia y ausencia del sotobosque

FASES DE DESARROLLO		F1	F2	F3	F4	F5
Desmoronamiento con regeneración	F1	1				
Desmoronamiento con crecimiento óptimo inicial	F2	0,45	1			
Desmoronamiento con crecimiento óptimo medio	F3	0,35	0,60	1		
Desmoronamiento con crecimiento óptimo final	F4	0,28	0,39	0,29	1	
Desmoronamiento con envejecimiento	F5	0,41	0,36	0,39	0,54	1



**Figura 12:** Dendrograma del efecto fase de desarrollo con valores de presencia y ausencia del sotobosque (F1: fase de desmoronamiento con regeneración; F2: fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo inicial; F3: fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo medio; F4: fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo final; F5: fase de desmoronamiento con envejecimiento)

Para determinar el efecto de la fase de desarrollo en cada clase de sitio se realizó un análisis (Cuadro 18) donde se agruparon las parcelas pertenecientes a cada sitio y se determinó si existe efecto de la fase de desarrollo en cada una de estas clases de sitio, utilizando las parcelas individualmente. En los dendrogramas hechos con cada una de las clases de sitio (tanto para valores de la cobertura del sotobosque como con valores

de presencia y ausencia), no se advierte que las parcelas se agrupen bajo alguna condición de fase de desarrollo, lo que indica que no existe sotobosque que represente a alguna fase de desarrollo en particular (Ver apéndice 2).

**Cuadro 18:** Efecto fase en los diferentes sitios

Clases de sitio		Existencia de efecto fase	Observaciones
Pobre	S1	No clara	Habría efecto fase para F1, pero no se puede analizar la convergencia puesto que es solo una parcela perteneciente a F1. Las demás fases presentan una alta variabilidad interna.
Malo	S2	No hay	Las fases presentan una alta variabilidad en su distribución dentro del "cluster".
Regular	S3	No hay	Las fases presentan una alta variabilidad interna, aunque F3 tiende a agruparse, también presenta alta divergencia entre ella.
Bueno	S4	No hay	Las fases presentan una variabilidad interna en la que F3 tiende a agruparse, pero a su vez es muy distinta a otras parcelas de la misma fase, por lo tanto, no hay efecto directo de la fase sobre este sitio.

### 6.3.2. Efecto de la calidad de sitio sobre la composición de especies

#### 6.3.2.1. A nivel de especies

En la composición de especies (Cuadro 19) de sotobosque se ha determinado que la especie más abundantes para S1 son *Pernettya mucronata* (67 % de las parcelas), *Cardamine glacialis* (38 % de las parcelas) y *Empetrum rubrum* (38 % de las parcelas). Para S2 las especies más abundantes son *Cardamine glacialis* (58 % de las parcelas), *Maytenus disticha* (44 % de las parcelas) y *Osmorhiza chilensis* (44 % de las parcelas). En el caso de S3 las especies del sotobosque más abundantes son *Dysopsis glechomoides* (73 % de las parcelas), *Osmorhiza chilensis* (73 % de las parcelas) y *Cardamine glacialis* (59 % de las parcelas). Las especies más abundantes en S4 son *Osmorhiza chilensis* (22 % de las parcelas), *Dysopsis glechomoides* (20 % de las parcelas) y *Cardamine glacialis* (17 % de las especies). No hay alguna especie que se pueda denominar como propia de un sitio en particular.

**Cuadro 19:** Listado de especies encontradas en los bosques vírgenes de lenga en Monte Alto y su presencia en cada calidad de sitio

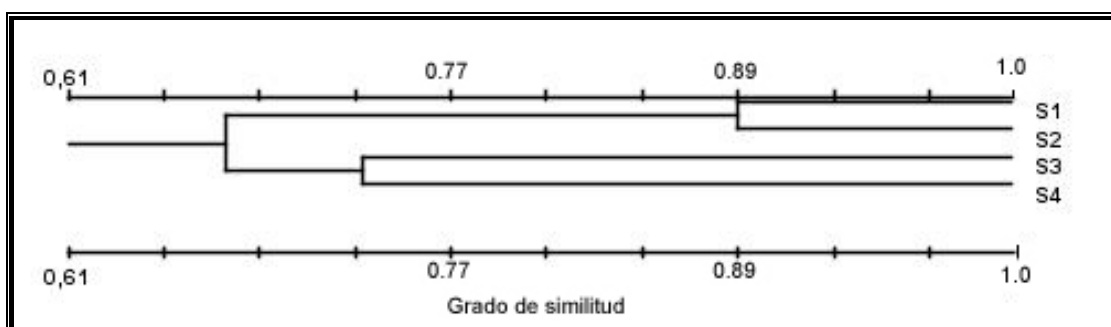
<b>Especies</b>	<b>Nº parcelas presente</b>	<b>Presencia en parcelas</b>	<b>Presencia en S1</b>	<b>Presencia en S2</b>	<b>Presencia en S3</b>	<b>Presencia en S4</b>
<b>Arbustivas</b>						
<i>Berberis buxifolia</i>	12	7 %	5 %	8 %	8 %	1 %
<i>Berberis ilicifolia</i>	9	5 %	14 %	3 %	3 %	2 %
<i>Chiliotrichium diffusum</i>	5	3 %	10 %	3 %	2 %	0 %
<i>Empetrum rubrum</i>	13	7 %	38 %	8 %	0 %	0 %
<i>Maytenus disticha</i>	59	34 %	24 %	44 %	32 %	7 %
<i>Pernettya mucronata</i>	29	17 %	67 %	14 %	8 %	2 %
<i>Pernettya pumila</i>	27	15 %	19 %	29 %	9 %	0 %
<i>Ribes magellanicum</i>	10	6 %	5 %	3 %	2 %	6 %
<b>Herbáceas</b>						
<i>Acaena magellanica</i>	16	9 %	14 %	7 %	8 %	4 %
<i>Adenocaulon chilense</i>	1	1 %	0 %	2 %	0 %	0 %
<i>Agrostis magellanica</i>	1	1 %	5 %	0 %	0 %	0 %
<i>Blechnum penna-marina</i>	30	17 %	10 %	19 %	14 %	8 %
<i>Cardamine geraniifolia</i>	1	1 %	0 %	0 %	2 %	0 %
<i>Cardamine glacialis</i>	98	56 %	38 %	58 %	59 %	17 %
<i>Cerastium arvense</i>	3	2 %	0 %	0 %	2 %	2 %
<i>Codonorchis lessonii</i>	21	12 %	5 %	17 %	9 %	4 %
<i>Cotula scariosa</i>	4	2 %	0 %	3 %	3 %	0 %
<i>Cystopteris fragilis</i>	2	1 %	0 %	0 %	0 %	2 %
<i>Dysopsis glechomoides</i>	95	54 %	14 %	41 %	73 %	20 %
<i>Festuca magellanica</i>	25	14 %	24 %	8 %	11 %	8 %
<i>Galium aparine</i>	7	4 %	0 %	0 %	2 %	6 %
<i>Gavilea lutea</i>	10	6 %	0 %	7 %	8 %	1 %
<i>Gunnera magellanica</i>	11	6 %	0 %	12 %	5 %	1 %
<i>Luzula alopecurus</i>	17	10 %	14 %	7 %	6 %	6 %
<i>Lycopodium magellanicum</i>	4	2 %	5 %	5 %	0 %	0 %
<i>Macrachaenium gracile</i>	23	13 %	10 %	17 %	11 %	4 %
<i>Osmorhiza chilensis</i>	100	57 %	19 %	44 %	73 %	22 %
<i>Perezia lactucooides</i>	3	2 %	0 %	2 %	2 %	1 %
<i>Phleum commutatum</i>	2	1 %	0 %	2 %	2 %	0 %
<i>Poa pratensis</i>	12	7 %	10 %	10 %	6 %	0 %
<i>Ranunculus peduncularis</i>	10	6 %	10 %	7 %	5 %	1 %
<i>Rubus geoides</i>	52	30 %	29 %	36 %	27 %	7 %
<i>Schizeilema ranunculus</i>	40	23 %	10 %	22 %	24 %	9 %
<i>Senecio acanthifolius</i>	1	1 %	0 %	0 %	2 %	0 %
<i>Senecio miser</i>	3	2 %	10 %	2 %	0 %	0 %
<i>Taraxacum officinale</i>	13	7 %	10 %	2 %	6 %	6 %
<i>Uncinia lechleriana</i>	10	6 %	10 %	7 %	5 %	1 %
<i>Uncinia tenuis</i>	6	3 %	0 %	2 %	5 %	2 %
<i>Valeriana lapathifolia</i>	22	13 %	10 %	12 %	12 %	5 %
<i>Viola magellanica</i>	50	29 %	10 %	25 %	36 %	9 %

### 6.3.2.2. A nivel de comunidad

Al mantener constante la fase de desarrollo se puede determinar la existencia de efecto calidad de sitio sobre la composición de especies. Al realizar el análisis de los datos (Cuadro 20), se observa que la máxima similaridad la tienen los sitios 1 y 2 (89%) y la similaridad más baja se observa entre los sitios 1 y 4 (61%). La figura 13 representa el dendrograma construido a partir de la siguiente matriz de similaridades.

**Cuadro 20:** Matriz de similaridades del efecto calidad de sitio con valores de cobertura del sotobosque

CLASES DE SITIO		S1	S2	S3	S4
Sitios entre 8 y 12 m	S1	1			
Sitios entre 8 y 12 m	S2	0,89	1		
Sitios entre 8 y 12 m	S3	0,64	0,75	1	
Sitios mayores a 20 m	S4	0,61	0,70	0,73	1



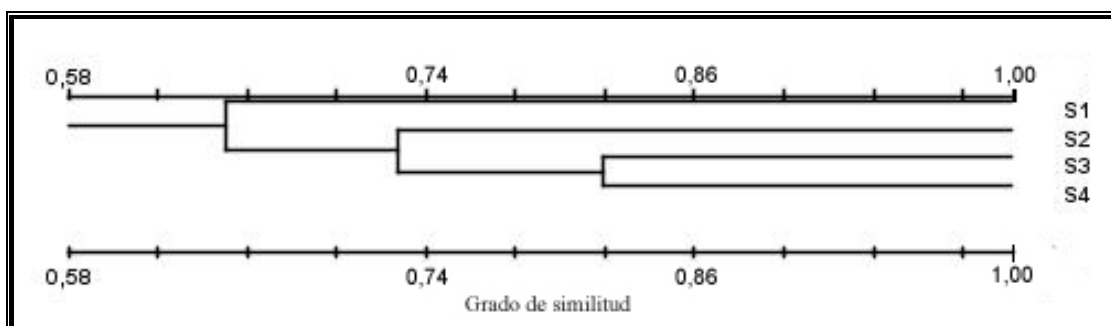
**Figura 13:** Dendrograma del efecto clase de sitio con valores de cobertura del sotobosque (S1: sitios entre 8 y 12 m de altura; S2: sitios entre 12 y 16 m de altura; S3: sitios entre 16 y 20 m de altura; S4: sitios mayores a 20 m de altura)

Con valores de presencia y ausencia se realizó una matriz de similaridades (Cuadro 21) y arrojó que la máxima similaridad es entre los sitios 3 y 4 (82%), y la mínima es entre los sitios 1 y 4 (58%). Aunque cobertura v/s presencia y ausencia no formen las mismas parejas entre los sitios con máximas y mínimas similaridades, el resultado es el mismo, el factor clase de sitio no permite discriminar las diferencias de sotobosque.

**Cuadro 21:** Matriz de similitudes del efecto clase de sitio con valores de presencia y ausencia del sotobosque

CLASES DE SITIO		S1	S2	S3	S4
Sitios entre 8 y 12 m	S1	1			
Sitios entre 8 y 12 m	S2	0,70	1		
Sitios entre 8 y 12 m	S3	0,67	0,75	1	
Sitios mayores a 20 m	S4	0,58	0,70	0,82	1

A continuación se presente al dendrograma obtenido a partir de la matriz de similitudes anterior.



**Figura 14:** Dendrograma del efecto clase de sitio con valores de presencia y ausencia del sotobosque (S1: sitios entre 8 y 12 m de altura; S2: sitios entre 12 y 16 m de altura; S3: sitios entre 16 y 20 m de altura; S4: sitios mayores a 20 m de altura)

En el siguiente análisis (Cuadro 22) al organizar las parcelas de los bosques puros de lenga por cada fase de desarrollo se observa que en los dendrogramas desarrollados (Apéndice 2) las parcelas tienden a distribuirse sin un patrón claro, sin demostrar similitudes o diferencias que determinen que un sitio diferencia la composición y/o cobertura del sotobosque. Esto es al utilizar tanto valores de cobertura en las matrices, como a su vez con valores de presencia y ausencia de especies.

**Cuadro 22:** Efecto calidad de sitio en las diferentes fases de desarrollo

Fases de desarrollo		Existencia de efecto sitio	Observaciones
Desmoronamiento con regeneración	F1	No hay	No existe efecto sitio, puesto que las parcelas o son similares o muy distintas. Sin embargo, no se puede analizar la convergencia ya que no hay parcelas que representen al S3.
Desmoronamiento con crecimiento óptimo inicial	F2	No hay	No existe efecto sitio a que hay una alta variabilidad entre S1, S2 y S3.
Desmoronamiento con crecimiento óptimo medio	F3	No hay	La distribución de las parcelas en el dendrograma no sigue patrón de comportamiento, o sea, hay una alta variación al interior del "cluster".
Desmoronamiento con crecimiento óptimo final	F4	No hay	Aunque S1 tiende a agruparse, no es claro para decidir un efecto sitio.
Desmoronamiento con envejecimiento	F5	No hay	En general las parcelas han generado una alta variabilidad al interior del dendrograma, es por esto que no hay efecto sitio.

#### 6.4. VARIACIÓN DE LA RIQUEZA DE ESPECIES DEL SOTOBOSQUE EN BOSQUES VÍRGENES DE LENGUA

La riqueza del sotobosque en los bosques vírgenes de lenga del área de estudio. En el muestreo se encontraron 43 especies (sin incluir la regeneración de lenga), de las cuales 8 son arbustivas y 35 son herbáceas.

En el cuadro 23 se presenta una comparación de la riqueza y composición de especies del sotobosque de bosques vírgenes de lenga con diversos estudios realizados en la región.



**Cuadro 26:** Cuadro comparativo de la composición florística del sotobosque y su riqueza de este estudio y otros efectuados en bosques vírgenes de lenga

Especies	Monte Alto Provincia de Última Esperanza (1)	Río Penitente Provincia de Última Esperanza (2)	Skyring Provincia de Magallanes (3)	Russfin Provincia de Tierra del Fuego (4)	Río Cóndor Provincia de Tierra del Fuego (5)	San Justo Tierra del Fuego Argentina (6)	Bosques de la XII Región (7)
<i>Acaena magellanica</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
<i>Acaena ovalifolia</i>					✓	✓	✓
<i>Acaena pinnatifida</i>					✓		
<i>Adenocaulon chilense</i>	✓			✓	✓		✓
<i>Agropyron fueguianum</i>							✓
<i>Agrostis magellanica</i>	✓				✓		✓
<i>Alopecurus magellanicus</i>							✓
<i>Anemone multifida</i>							✓
<i>Asplenium dareoides</i>							✓
<i>Baccharis patagonica</i>							✓
<i>Berberis buxifolia</i>	✓		✓		✓	✓	✓
<i>Berberis ilicifolia</i>	✓		✓				✓
<i>Blechnum penna-marina</i>	✓		✓	✓	✓	✓	✓
<i>Calceolaria biflora</i>							✓
<i>Calceolaria uniflora</i>							✓
<i>Cardamine geraniifolia</i>	✓				✓		✓
<i>Cardamine glacialis</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Carex curta</i>							✓
<i>Cerastium arvense</i>	✓				✓		
<i>Cerastium fontanum</i>				✓	✓		
<i>Chilotrachium diffusum</i>	✓		✓				✓
<i>Chloraea magellanica</i>			✓				
<i>Codonorchis lessonii</i>	✓		✓		✓		✓
<i>Cotula scariosa</i>	✓		✓	✓			
<i>Cystopteris fragilis</i>	✓				✓	✓	
<i>Deschampsia flexuosa</i>		✓			✓		
<i>Deschampsia kingii</i>							✓
<i>Dysopsis glechomoides</i>	✓	✓	✓		✓	✓	✓
<i>Empetrum rubrum</i>	✓		✓		✓		
<i>Epilobium australe</i>							✓
<i>Festuca magellanica</i>	✓				✓	✓	
<i>Fuchsia magellanica</i>							✓
<i>Galium aparine</i>	✓		✓	✓	✓	✓	✓
<i>Galium sp.</i>		✓				✓	
<i>Gavilea lutea</i>	✓				✓		✓
<i>Gamochaeta nivalis</i>					✓		
<i>Geranium sessiliflorum</i>				✓			
<i>Geum involucratum</i>					✓		
<i>Geum magellanicum</i>			✓			✓	✓
<i>Geum parviflorum</i>	✓				✓		
<i>Gunnera magellanica</i>	✓		✓	✓	✓		✓
<i>Hamadryas magellanica</i>					✓		
<i>Hieracium antarcticum</i>					✓		
<i>Hierochloa redoes</i>					✓		
<i>Huanaca sp.</i>			✓				
<i>locenes acanthifolius</i>					✓		✓
<i>Koeleria fueguina</i>					✓		
<i>Lagenophora hariotii</i>					✓		✓

**Cuadro 26 (Continuación)**

Especies	Monte Alto Provincia de Última Esperanza (1)	Río Penitente Provincia de Última Esperanza (2)	Skyring Provincia de Magallanes (3)	Russfin Provincia de Tierra del Fuego (4)	Río Cóndor Provincia de Tierra del Fuego (5)	San Justo Tierra del Fuego Argentina (6)	Bosques de la XII Región (7)
<i>Leptinella scariosa</i>					✓		✓
<i>Luzula alopecurus</i>	✓				✓		
<i>Lycopodium magellanicum</i>	✓				✓		
<i>Macrachaenium gracile</i>	✓		✓	✓	✓		✓
<i>Maytenus disticha</i>	✓	✓	✓				✓
<i>Maytenus magellanica</i>			✓				✓
<i>Osmorhiza chilensis</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Osmorhiza depauperata</i>					✓		
<i>Oxalis enneaphylla</i>					✓		
<i>Perezia lactucoides</i>	✓				✓		
<i>Pernettya mucronata</i>	✓		✓		✓		✓
<i>Pernettya phillyreifolia</i>			✓				
<i>Pernettya pumila</i>	✓				✓		
<i>Phleum alpinum</i>					✓		
<i>Phleum commutatum</i>	✓				✓		
<i>Phleum pratense</i>				✓	✓		
<i>Poa annua</i>					✓		
<i>Poa nemoralis</i>					✓		
<i>Poa pratensis</i>	✓	✓	✓		✓		
<i>Poa trivialis</i>					✓		
<i>Polystichum chilense</i>							✓
<i>Polystichum multifidum</i>							✓
<i>Puccinella magellanica</i>						✓	
<i>Ranunculus minutiflorus</i>							✓
<i>Ranunculus peduncularis</i>	✓				✓		✓
<i>Ranunculus sp.</i>			✓		✓	✓	
<i>Ribes magellanicum</i>	✓		✓		✓	✓	✓
<i>Ribes sp.</i>		✓		✓	✓		
<i>Rubus geoides</i>	✓	✓	✓		✓		✓
<i>Rumex acetosella</i>		✓			✓		
<i>Schizaelema ranunculus</i>	✓		✓		✓	✓	
<i>Senecio acanthifolius</i>	✓				✓		
<i>Senecio leucomallus</i>					✓		
<i>Senecio miser</i>	✓				✓		
<i>Stellaria media</i>					✓		
<i>Stipa rariflora</i>	✓				✓		
<i>Taraxacum officinale</i>	✓	✓			✓		
<i>Uncinia lechleriana</i>	✓				✓	✓	✓
<i>Uncinia macrolepis</i>						✓	
<i>Uncinia tenuis</i>	✓				✓		
<i>Valeriana lapathifolia</i>	✓		✓		✓		✓
<i>Veronica peregrina</i>	✓				✓		
<i>Viola magellanica</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Total de especies</b>	<b>43</b>	<b>13</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>64</b>	<b>19</b>	<b>43</b>

Fuente: (1) Especies recolectadas en el presente estudio.

(2), (4) Schmidt *et al.*, 1997.

(3) Márquez, 1999.

(5) Dames & Moore, 1996.

(6) Martínez Pastur *et al.*, 2002.

(7) Dollenz, 1995.

La alta variación de riqueza del sotobosque en los bosques vírgenes de lenga es atribuible a la variación de características ambientales que presenta el área de la Patagonia. Sin embargo, se encontró que tres especies (*Cardamine glacialis*, *Osmorhiza chilensis* y *Viola magellanica*) son especies comunes para todos los estudios mencionados en el cuadro.

En el cuadro 23 se observa la cantidad de especies encontradas en cada tipo fisonómico de bosque y su promedio por parcela. Estos resultados son similares a los encontrados por Lencinas (2005), que en un bosque de lenga puro y otros tipos de bosque de lenga determinó que la riqueza es de 51 especies y concluyendo que ambientes con alta disponibilidad de agua y luz tienen la riqueza más alta y biomasa de sotobosque. Sin embargo, esta misma autora (Lencinas *et al.*, 2004), en otra zona de Tierra del Fuego, determinó para un bosque sin intervención de lenga una riqueza de 12 especies.

**Cuadro 23:** Descripción de la riqueza de especies por tipo fisonómico

	<b>Húmedos lenga-ñirre</b>		<b>Achaparrados</b>		<b>Puros</b>	
	$\bar{X}$ por parcela	Total	$\bar{X}$ por parcela	Total	$\bar{X}$ por parcela	Total
<b>Arbustivas</b>	2	8	2	6	1	8
<b>Herbáceas</b>	8	22	3	17	4	32
<b>Total</b>	10	30	5	23	5	40

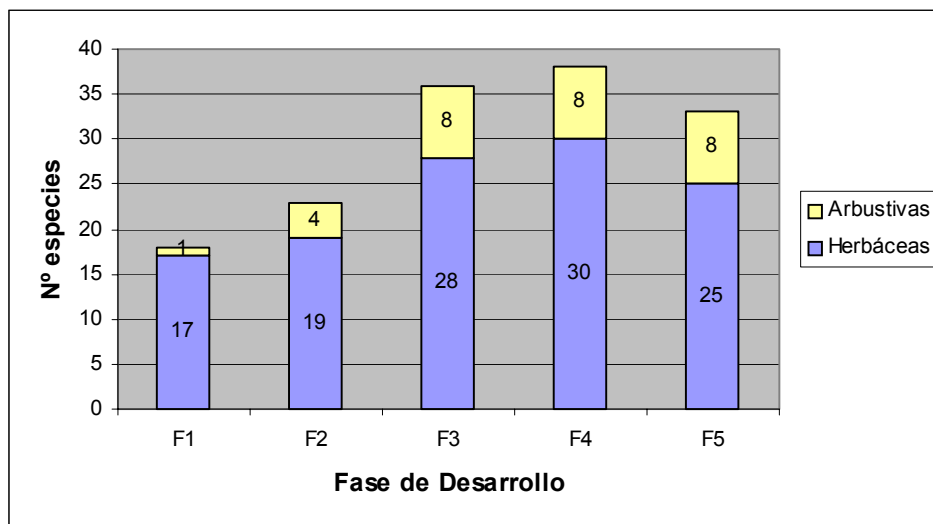
Los bosques húmedos de lenga-ñirre presentan diferencia significativas de medias para la riqueza promedio por parcela con los tipos fisonómicos lenga achaparrada y lenga puro (Apéndice 3). Para los bosques estudiados por Lencinas (2005), la riqueza de los bosques húmedos es de 41 especies y la de los bosques puros de lenga es de 29 especies (sumando especies de los bosques descritos en sectores planos y los de media ladera).

El promedio de la riqueza de especies arbustivas tiene una diferencia significativa entre el bosque de lenga puro con los otros tipos fisonómicos. A su vez, existe diferencia significativa de medias de la riqueza de especies herbáceas entre los bosques húmedos de lenga-ñirre y los otros dos.

En los bosques puros de lenga de Monte Alto la riqueza es de 40 especies. Valores similares fueron encontrados por Boelcke *et al.* en 1985, donde identificaron 41 especies en bosques chilenos y 55 especies en bosques argentinos. En la figura 15 se observa la riqueza de especies por fase de desarrollo (F1: fase de desmoronamiento con regeneración; F2: fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo inicial; F3: fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo medio; F4: fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo final; F5: fase de desmoronamiento con envejecimiento).

No encontraron diferencias significativas entre las medias de la riqueza de las fases de desarrollo (Apéndice 3).

Estos resultados son semejantes a los obtenidos por Damascos y Rapoport (2002), puesto que en Argentina el número promedio de especies por parcelas (y por ende su riqueza) no fueron distintas significativamente entre las áreas bajo dosel y los claros. A partir de esto se demuestra que las distintas fases de desarrollo del bosque (distintos grados de cobertura) no generan diferencias significativas en la riqueza de especies entre las diferentes etapas del ciclo de desarrollo natural de los bosques de lenga.

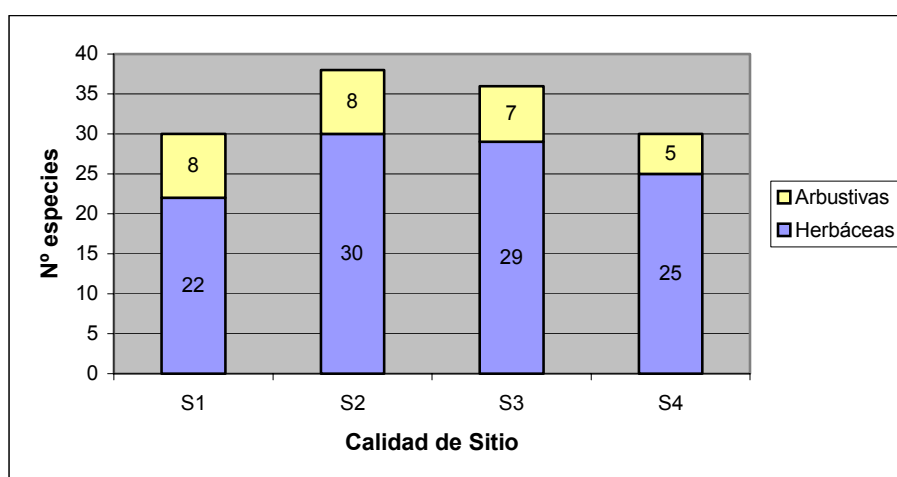


**Figura 15:** Gráfico de la riqueza de especies en los bosques puros de lenga según fase de desarrollo.

No se encontraron diferencias significativas entre las medias de la riqueza por calidad de sitio (Apéndice 3). En la figura 16 se tiene la riqueza de especies para cada calidad

de sitio (S1: sitios entre 8 y 12 m de altura; S2: sitios entre 12 y 16 m de altura; S3: sitios entre 16 y 20 m de altura; S4: sitios mayores a 20 m de altura).

La riqueza de especies, considerando las calidades de sitio, difieren con la obtenida por Lencinas *et al.* (2004), quien determina que en bosques primarios de lenga en Tierra del Fuego hay 21 especies pertenecientes al sotobosque. A partir de la clasificación de clases de sitio propuesta por Martínez Pastur (1997), se identifican 21 especies para la calidad de sitio alta (S1), 7 especies para la calidad de sitio media (S2) y 7 especies para la calidad de sitio mala (S3).



**Figura 16:** Gráfico de la riqueza de especies en los bosques puros de lenga según calidad de sitio.

## 7. CONCLUSIONES

La altura del bosque permite distinguir significativamente a cada uno de los tres tipos fisonómicos: bosques húmedos de lenga-ñirre, bosques achaparrados de lenga y bosques de lenga puros. Por el contrario, la cobertura del sotobosque no permite diferenciar significativamente a los tres tipos fisonómicos, teniendo ésta una cobertura promedio de 23 %.

La variable área basal presenta diferencias significativas ( $\alpha = 0,05$ ) entre los bosques puros y los otros tipos fisonómicos. Sin embargo, entre los tipos húmedos lenga-ñirre y achaparrado no hay diferencias significativas en área basal. La pendiente permite discriminar significativamente entre los bosque achaparrados y los otros tipos fisonómicos, no así entre los bosques puros y los de lenga-ñirre.

A partir de la composición de especies del sotobosque no se pueden diferenciar los tres tipos fisonómicos (bosques húmedos de lenga-ñirre, bosques achaparrados de lenga y bosques de lenga puros). En consecuencia, no se pueden inferir grupos independientes de especies para cada uno de estos tipos fisonómicos.

Se observó que las especies arbustivas encontradas con mayor frecuencia son *Maytenus disticha*, *Pernettya mucronata* y *Pernettya pumila*. Las especies herbáceas predominantes son *Cardamine glacialis*, *Osmorhiza chilensis* y *Dysopsis glechomoides*. Las especies constituyentes del sotobosque son tolerantes a distintas condiciones ambientales que determinan las características de un tipo fisonómico de bosque de lenga o de alguna de sus características estructurales, como lo son la calidad de sitio o la fase de desarrollo. Es por esto que prácticamente todas las especies no son específicas de un ambiente particular.

La composición y cobertura del sotobosque no varía con las distintas fases de desarrollo del bosque puro de lenga, o sea, a distintas etapas del ciclo de desarrollo natural de los bosques de lenga, el sotobosque no permitirá definir en cuál de ellas se encuentra.

La composición y cobertura del sotobosque no presenta variaciones al encontrarse bajo distintas calidades de sitio (evaluado por la altura dominante).

Las variaciones en composición y cobertura del sotobosque no son atribuibles a las condiciones de calidad de sitio o fase de desarrollo. Sin embargo, el sotobosque presenta diferencias, que pueden ser causadas por factores ambientales, tales como la altitud, exposición o el suelo. En las áreas donde se observan árboles con mayor potencial productivo, el desarrollo del sotobosque no es favorecido.

La riqueza de los bosques vírgenes de Monte Alto es de 43 especies. El tipo fisonómico donde se encontró una riqueza mayor es el bosque de lenga puro, con 40 especies, sin embargo, existen diferencias significativas ( $\alpha = 0,05$ ) a nivel de parcelas, entre los bosques húmedos de lenga-ñirre y los otros dos tipos fisonómicos.

En los bosques de lenga puro no se encontraron diferencias significativas de riqueza entre las distintas fases de desarrollo o para las diferentes calidades de sitio.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

ARAYA, P. 1990. La vegetación de los Parques Nacionales y de las Reservas Nacionales de Aysén y Magallanes. CONAF. Documento de Trabajo N° 134. 155 p.

BOELCKE, O; MOORE, D. y ROIG, F. 1985. Transecta botánica de la Patagonia Austral. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Argentina). Instituto de la Patagonia (Chile). Royal Society (Gran Bretaña). Buenos Aires, Argentina. 733 p.

CANAVOS, G. 1988. Probabilidad y estadística: aplicaciones y métodos. McGraw-Hill. México. 651 p.

CONAF-CONAMA, 1999. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Informe Nacional con Variables Ambientales. Santiago, Chile. 89 p.

CONCHA, P. 1998. Rendimiento volumétrico y alteraciones provocadas en la corta de protección de un bosque de lenga en Aysén, XI Región. Memoria Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 58 p.

DAMASCOS, M. A. y RAPOPORT, E. 2002. Diferencias en la flora herbácea y arbustiva entre claros y áreas bajo dosel en un bosque de *Nothofagus pumilio* en Argentina. Revista Chilena de Historia Natural 75: 465-42.

DAMES & MOORE, 1996. Estudio del Impacto Ambiental del proyecto Río Cóndor. Forestal Trillium Ltda. Santiago, Chile. Volumen I-III y Anexos.

DIAZ, C.; AVILES, C. y ROBERTS, R. 1959-1960. Los grandes grupos de suelos de la Provincia de Magallanes. Agricultura Técnica XIX-XX: 227-308.

DOLLENZ, O. 1995. Los árboles y bosques de Magallanes. Ediciones Universidad de Magallanes. Punta Arenas, Chile. 123 p.

DONOSO, C. 1978. Dendrología. Árboles y arbustos chilenos. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Manual N° 2. 142 p.



DONOSO, C. 1981. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. Documento de trabajo N° 38. CONAF-FAO. Santiago, Chile. 70 p.

DONOSO, C. 1992. Ecología Forestal. El bosque y su medio ambiente. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 369 p.

DONOSO, C. 1993. Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Ecología Forestal. Editorial Universitaria. Santiago. Chile. 482 p.

GAJARDO, R. y SERRA, M. 1979. Composición florística del sotobosque del tipo raulí en una gradiente altitudinal. Ciencias Forestales 1 (3): 29-38.

GAJARDO, R. 1994. La Vegetación Natural de Chile. Clasificación y Distribución Geográfica. Editorial Universitaria. 165 p.

GLAVAC, V. y HAKES, W. 1996. Vegetationsökologie. Grundfragen, Aufgaben, Methoden. Ed. Gustav Fisher. Stuttgart, Germany. 368 p.

GUERRA, G y CORREA, J. 1973. Tolerancia de las principales especies nativas chilenas. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Boletín Técnico N° 27. 50 p.

HOLMGREN, C. 2000. Modificación del sotobosque y la regeneración con la corta de protección en bosques de *Nothofagus pumilio*, en Russfin (Tierra del Fuego). Memoria Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 63 p.

INIA, 1982. Clasificación de Suelos: Antecedentes. Plan de desarrollo Tecnológico Agropecuario. Vol. II. Unidad de trabajo N°1. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 111 p.

KROEGER, A. 1986. Respuesta de las especies del sotobosque a tratamientos de regeneración en un bosque de coigue-raulí-tepa-mañío. Tesis Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 121 p.

LENCINAS, M. V. 2005. Biodiversidad en el bosque productivo de *Nothofagus pumilio* y sus ambientes asociados en Tierra del Fuego. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Sur. Bahía Blanca - Argentina. 350 pp.

LENCINAS, M. V; GALLO, E. y MARTÍNEZ PASTUR, G. 2004. Modificación de la biodiversidad por el manejo forestal: Sotobosque. Proyecto "Alternativas de Manejo Sustentable para el Manejo Forestal Integral de los bosques de Patagonia". PIARFON. Dirección de Bosques. SAyDS. Proyecto BIRF 4085-AR. 26 pp.

MÁRQUEZ, I. 1999. Caracterización del sotobosque en bosques vírgenes de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl) Krasser), en una gradiente altitudinal en Skyring, XII Región. Memoria Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 77 p.

MARTÍNEZ PASTUR, G; FERNÁNDEZ, M. y PERI, P. 1994. Variación de parámetros estructurales y de composición del sotobosque de *Nothofagus pumilio* en relación a gradientes ambientales indirectos. Ciencias Forestales 9(1-2): 11-22.

MARTÍNEZ PASTUR, G; PERI, P; FERNÁNDEZ, M; STAFFIERI, G y LENCINAS, M. 2002. Changes in Understory Species Diversity during the *Nothofagus pumilio* Forest Management Cycle. Journal of Forest Research 7: 165-174.

MARTÍNEZ PASTUR, G; PERI, P; VUKASOVIC, R; VACCARO, S y PIRIZ CARRILLO, V. 1997. Site index equation for *Nothofagus pumilio* Patagonian forest. Phytion 6(1/2): 55-60.

MUELLER-DOMBOIS, D. y ELLEMBERG, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons, New York. 547 p.

PISANO, E. 1977. Fitogeografía de Fuego Patagonia Chilena. Comunidades vegetales entre latitudes 52° y 56°. Anales del Instituto de la Patagonia. Vol. 8 pp. 121-250.

PROMIS, A. 1999. Modificaciones microclimáticas causadas por la intervención silvícola en bosques naturales de lenga (*Nothofagus pumilio*). Memoria Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. 88 p.

RAE. 2005. Diccionario de la Lengua Española. [en línea] <<http://www.rae.es/>> [consulta: 7 de Julio del 2005].

RODRÍGUEZ, R; MATTHEI, O. y QUEZADA, M. 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 408 p.

SCHMIDT, H y URZÚA, A. 1982. Transformación y manejo de los bosques de Lenga en Magallanes. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Departamento de Silvicultura y Manejo. Santiago, Chile. Ciencias Agrícolas N°11. 62 p.

SCHMIDT, H; CALDENTEY, J y PEÑA, K. 1997. Informe 1997. Seguimiento forestal y ambiental del uso de los bosques de lenga – XII Región. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile – CONAF XII Región. Chile. 36 p.

SCHMIDT, H; CRUZ, G; PROMIS, A. y ALVAREZ, M. 2003. Transformación de los bosques de lenga vírgenes e intervenidos a bosques manejados. Guía para los bosques demostrativos. Publicaciones Misceláneas Forestales N° 4. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Santiago, Chile. 60 p.

VEBLEN, T. y SCHLEGEL, F. 1982. Reseña ecológica de los bosques del sur de Chile. Bosque 4 (2): 73 – 116.

VEBLEN, T; KITZBERGER, T; BURNS, B. y REBERTUS, A. 1997. Perturbaciones y dinámica de regeneración en bosques andinos del sur de Chile y Argentina. 169-213. En: Armesto, J.; Villagrán, C. y Arroyo, M. Ecología de los bosques nativos de Chile. Ed. Universitaria. Santiago, Chile. 470 p.

VIVANCO, M. 1999. Análisis Estadístico Multivariable. Teoría y práctica. Comité de publicaciones científicas, Universidad de Chile. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 234 p.

## **APENDICES**

## APENDICE 1

### A. Análisis estadístico de la pendiente

#### Descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1	25	4,36	5,179	1,036	2,22	6,50	0	16
2	26	9,23	7,296	1,431	6,28	12,18	0	26
3	175	5,61	5,734	,433	4,76	6,47	0	27
Total	226	5,89	5,985	,398	5,10	6,67	0	27

Donde: 1= Bosque húmedo de lenga-ñirre  
 2= Bosque achaparrado de lenga  
 3= Bosque de lenga puro

#### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	362,282	2	181,141	5,249	,006
Intra-grupos	7695,953	223	34,511		
Total	8058,235	225			

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Pendiente  
 Scheffé

(I) Tipo de Bosque	(J) Tipo de Bosque	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-4,87(*)	1,646	,014	-8,93	-,82
	3	-1,25	1,256	,609	-4,35	1,84
2	1	4,87(*)	1,646	,014	,82	8,93
	3	3,62(*)	1,235	,015	,58	6,66
3	1	1,25	1,256	,609	-1,84	4,35
	2	-3,62(*)	1,235	,015	-6,66	-,58

\* La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

Donde: 1= Bosque húmedo de lenga-ñirre  
 2= Bosque achaparrado de lenga  
 3= Bosque de lenga puro

## B. Análisis estadístico de la altura de los rodales

### Descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1	25	11,36	2,252	,450	10,43	12,29	7	15
2	26	8,58	1,963	,385	7,78	9,37	5	13
3	175	15,99	3,521	,266	15,47	16,52	8	25
Total	226	14,63	4,174	,278	14,08	15,18	5	25

Donde: 1= Bosque húmedo de lenga-firre  
 2= Bosque achaparrado de lenga  
 3= Bosque de lenga puro

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1545,678	2	772,839	72,562	,000
Intra-grupos	2375,100	223	10,651		
Total	3920,779	225			

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Sitio  
 Scheffé

(I) Tipo de Bosque	(J) Tipo de Bosque	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	2,78(*)	,914	,011	,53	5,04
	3	-4,63(*)	,698	,000	-6,35	-2,91
2	1	-2,78(*)	,914	,011	-5,04	-,53
	3	-7,42(*)	,686	,000	-9,11	-5,73
3	1	4,63(*)	,698	,000	2,91	6,35
	2	7,42(*)	,686	,000	5,73	9,11

\* La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

Donde: 1= Bosque húmedo de lenga-firre  
 2= Bosque achaparrado de lenga  
 3= Bosque de lenga puro

### C. Análisis estadístico del área basal por hectárea

#### Descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1	25	48,16	10,534	2,107	43,81	52,51	24	62
2	26	46,08	9,130	1,791	42,39	49,76	30	64
3	175	56,70	12,009	,908	54,91	58,49	5	90
Total	226	54,54	12,209	,812	52,94	56,14	5	90

Donde: 1= Bosque húmedo de lenga-firre  
 2= Bosque achaparrado de lenga  
 3= Bosque de lenga puro

#### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	3698,462	2	1849,231	13,819	,000
Intra-grupos	29841,755	223	133,820		
Total	33540,217	225			

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: AB/ha  
 Scheffé

(I) Tipo de Bosque	(J) Tipo de Bosque	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	2,08	3,240	,813	-5,90	10,07
	3	-8,54(*)	2,473	,003	-14,64	-2,45
2	1	-2,08	3,240	,813	-10,07	5,90
	3	-10,63(*)	2,431	,000	-16,62	-4,63
3	1	8,54(*)	2,473	,003	2,45	14,64
	2	10,63(*)	2,431	,000	4,63	16,62

\* La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

Donde: 1= Bosque húmedo de lenga-firre  
 2= Bosque achaparrado de lenga  
 3= Bosque de lenga puro



## D. Análisis estadístico de la cobertura total del sotobosque

### Descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1	25	32,080%	20,1244%	4,0249%	23,773%	40,387%	1,0%	70,0%
2	26	28,923%	18,5190%	3,6319%	21,443%	36,403%	5,0%	75,0%
3	175	20,749%	22,4252%	1,6952%	17,403%	24,094%	1,0%	90,0%
Total	226	22,942%	22,0763%	1,4685%	20,049%	25,836%	1,0%	90,0%

Donde: 1= Bosque húmedo de lenga-firre  
 2= Bosque achaparrado de lenga  
 3= Bosque de lenga puro

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	3859,629	2	1929,814	4,068	,018
Intra-grupos	105796,623	223	474,424		
Total	109656,252	225			

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Cobertura sotobosque  
 Scheffé

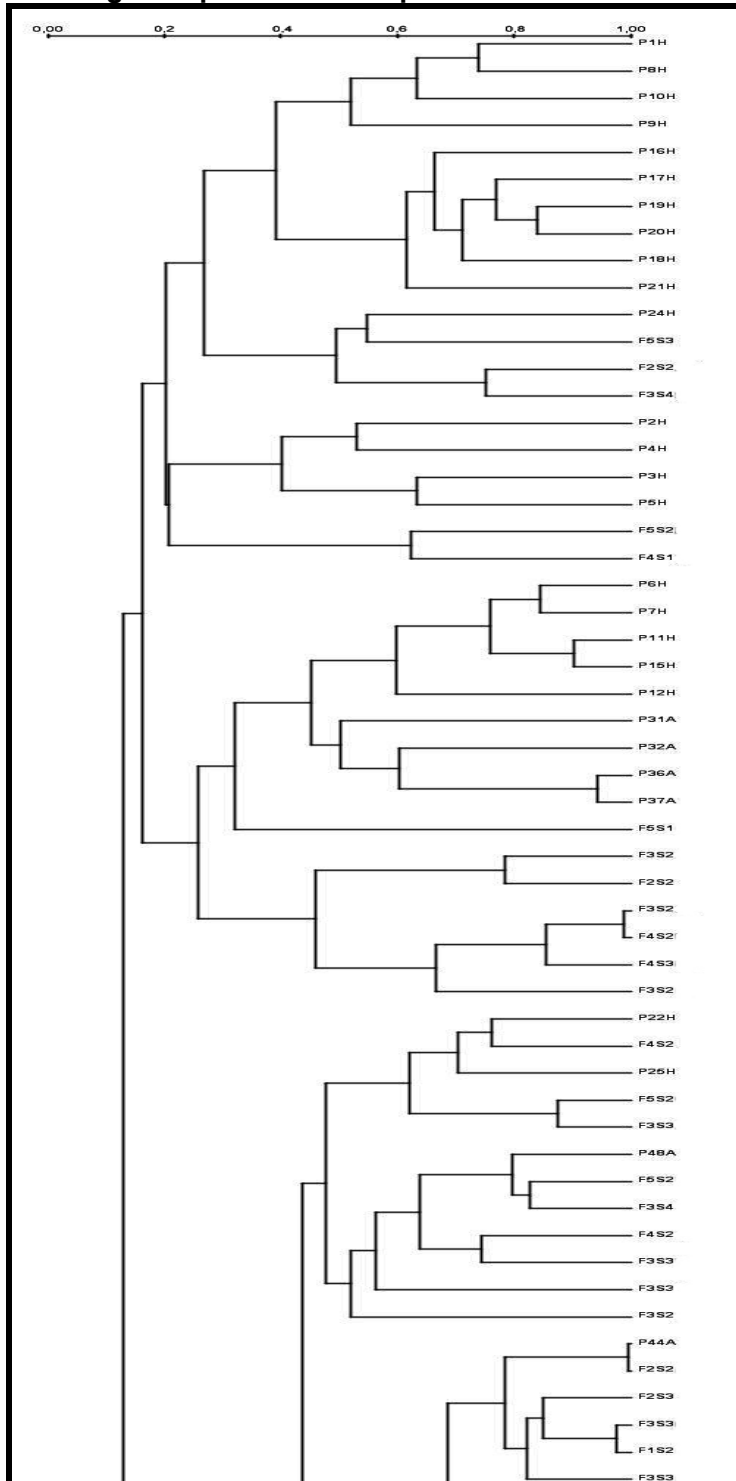
(I) Tipo de Bosque	(J) Tipo de Bosque	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	3,157%	6,1012%	,875	-11,878%	18,192%
	3	11,331%	4,6570%	,054	-,145%	22,808%
2	1	-3,157%	6,1012%	,875	-18,192%	11,878%
	3	8,175%	4,5780%	,205	-3,107%	19,456%
3	1	-11,331%	4,6570%	,054	-22,808%	,145%
	2	-8,175%	4,5780%	,205	-19,456%	3,107%

Donde: 1= Bosque húmedo de lenga-firre  
 2= Bosque achaparrado de lenga  
 3= Bosque de lenga puro

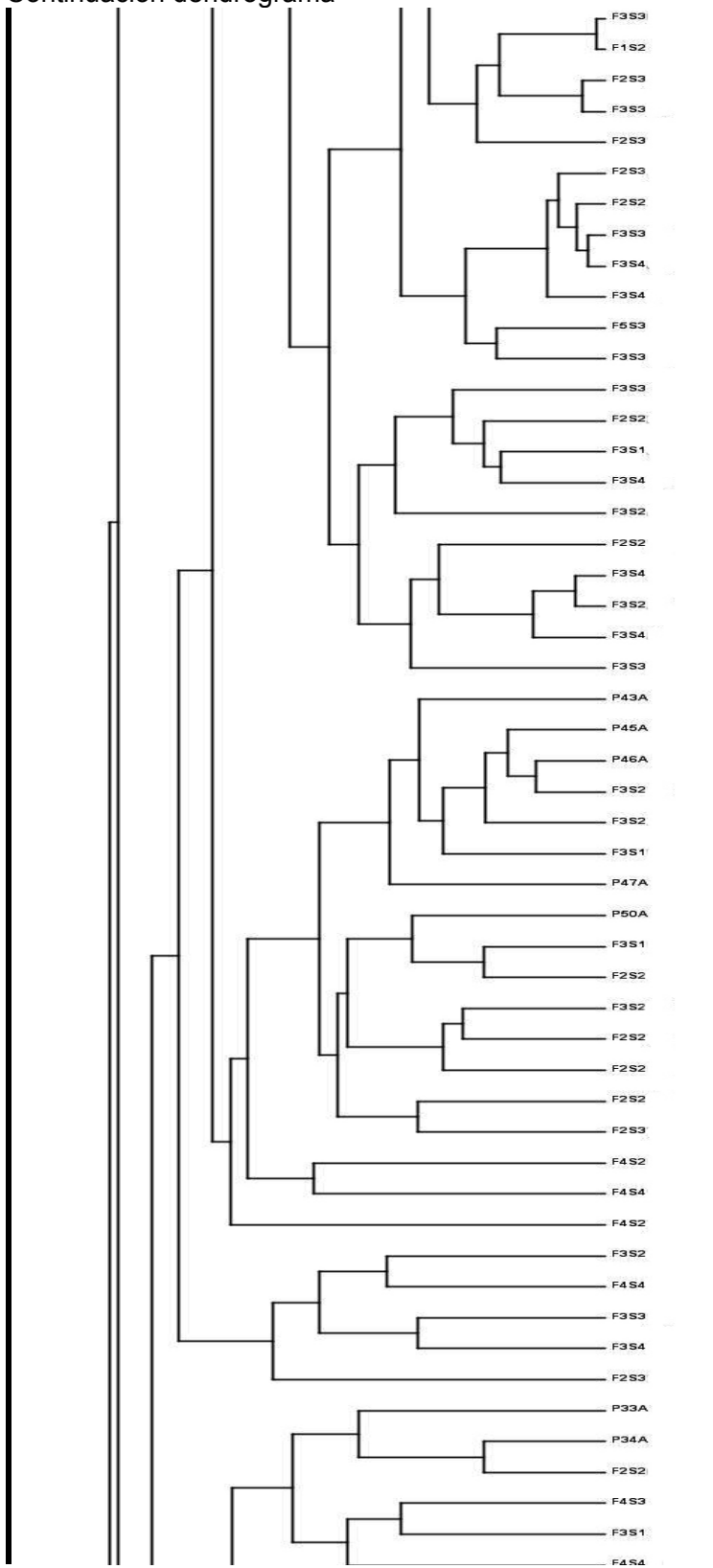
## APÉNDICE 2

### A. Dendrogramas

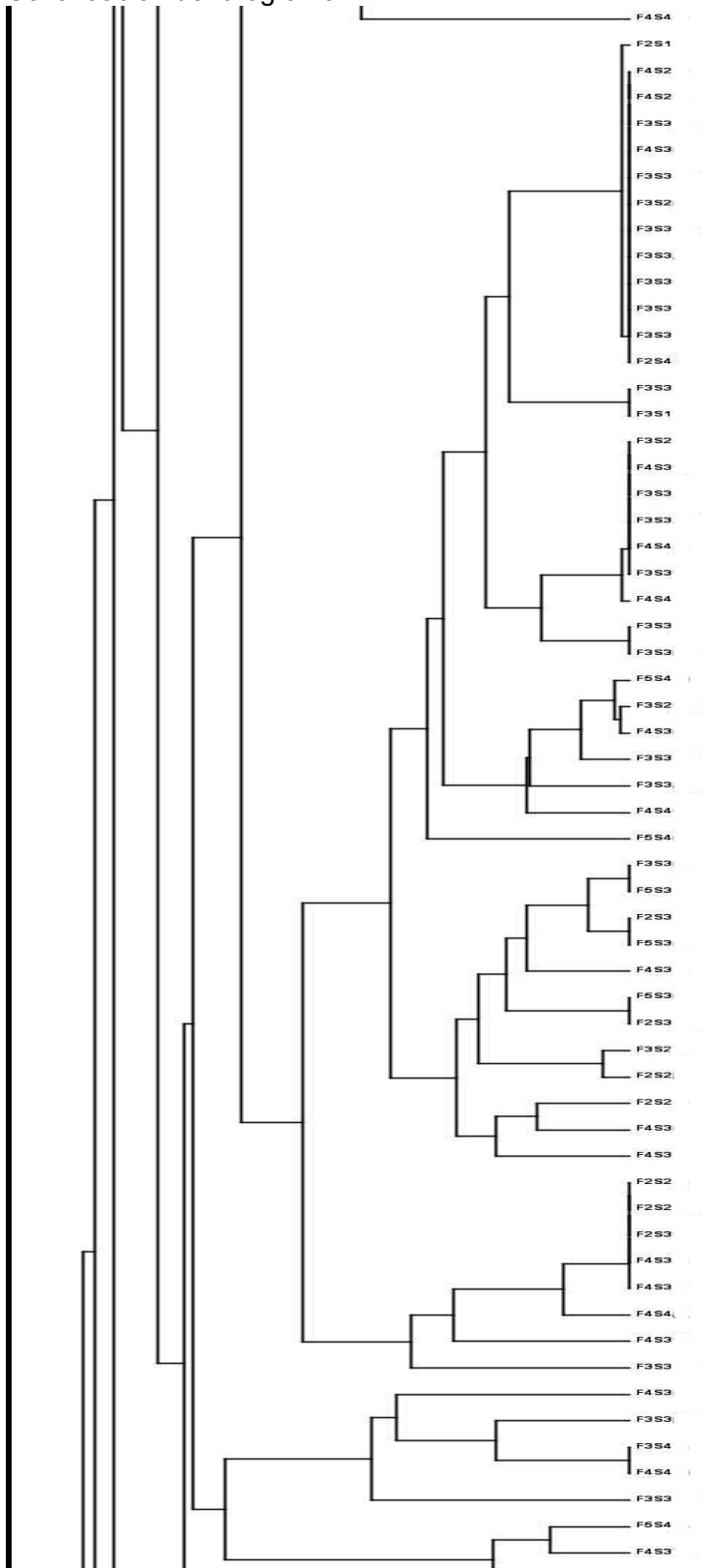
#### Dendrograma para todas las parcelas muestreadas



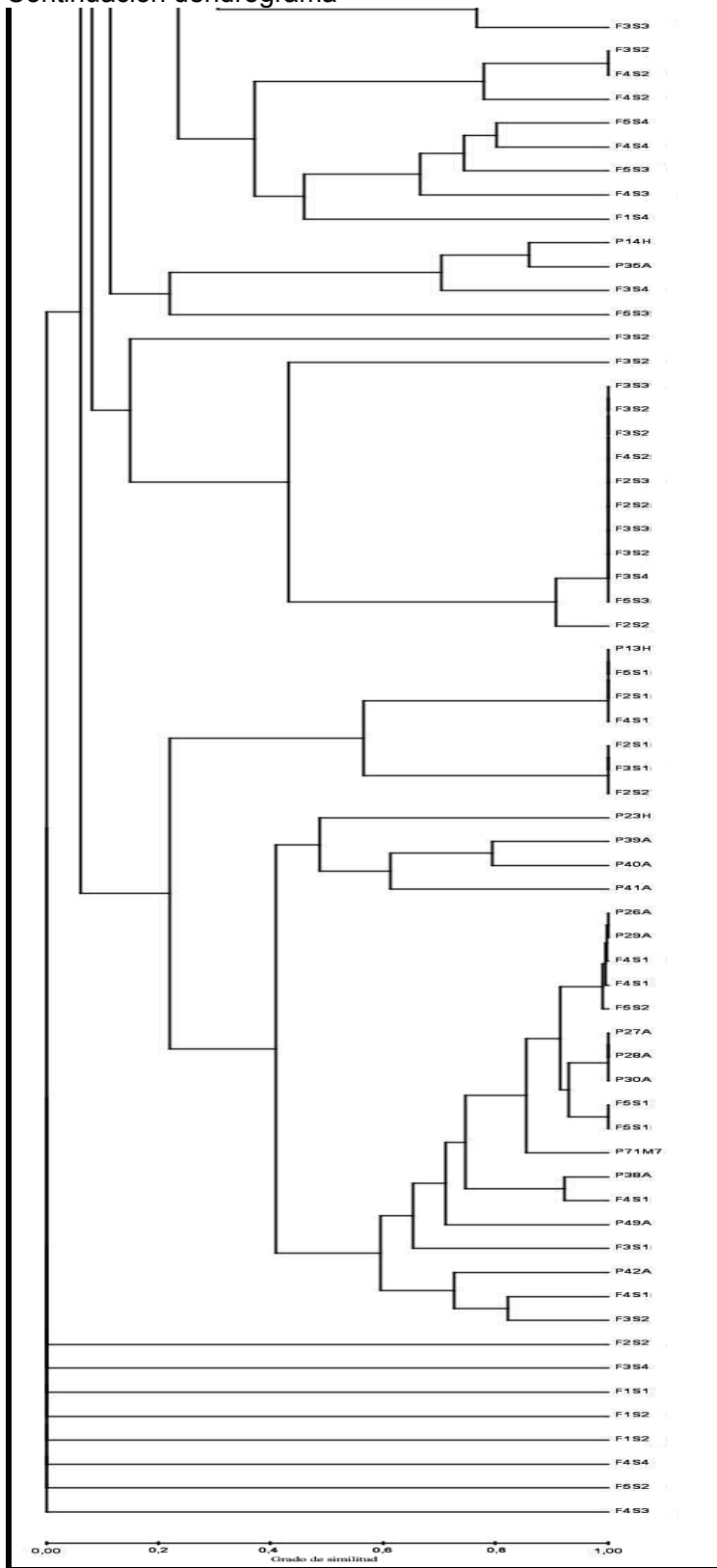
Continuación dendrograma



Continuación dendrograma

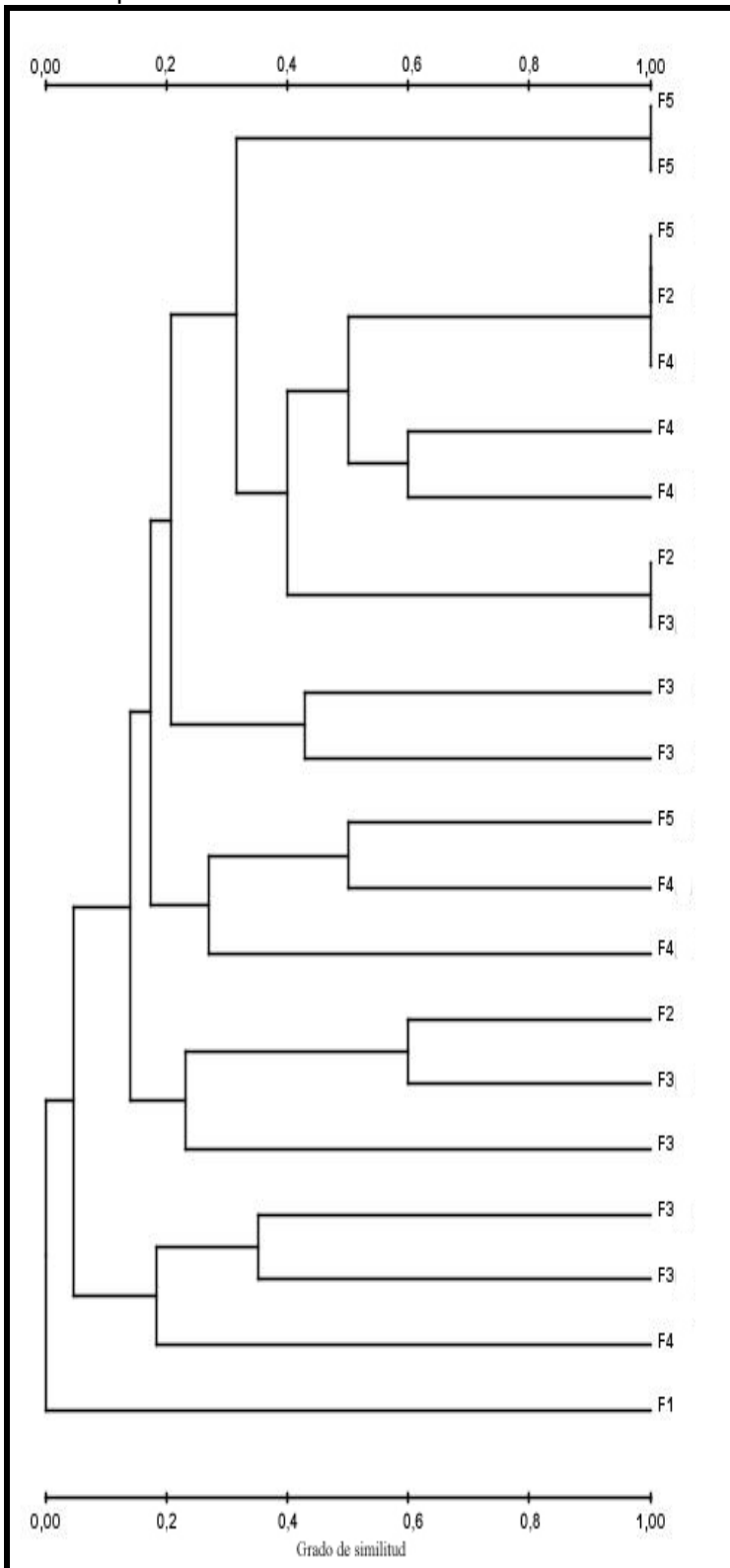


Continuación dendrograma

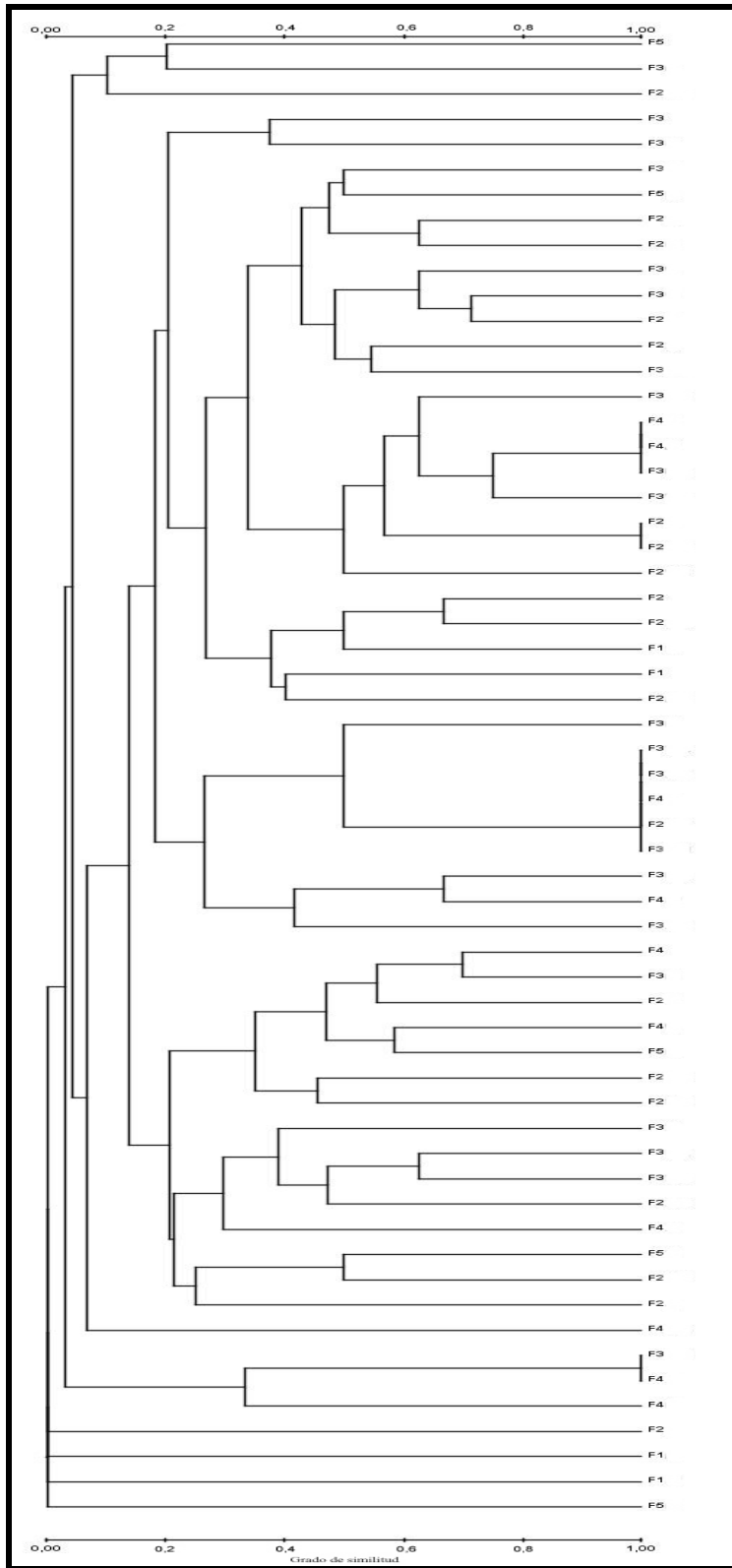


## B. Dendrogramas para efecto fase de desarrollo

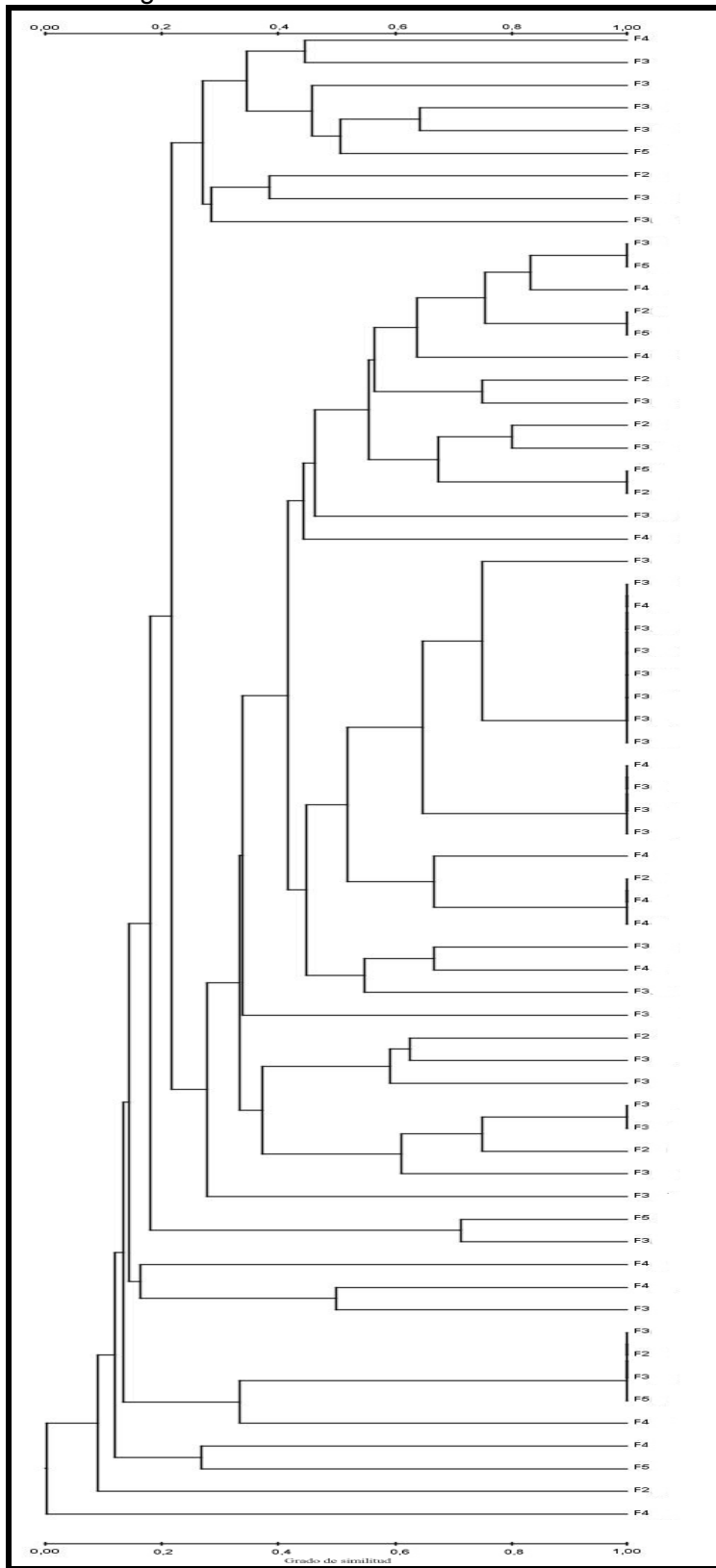
S1: Sitio pobre



S2: Sitio malo

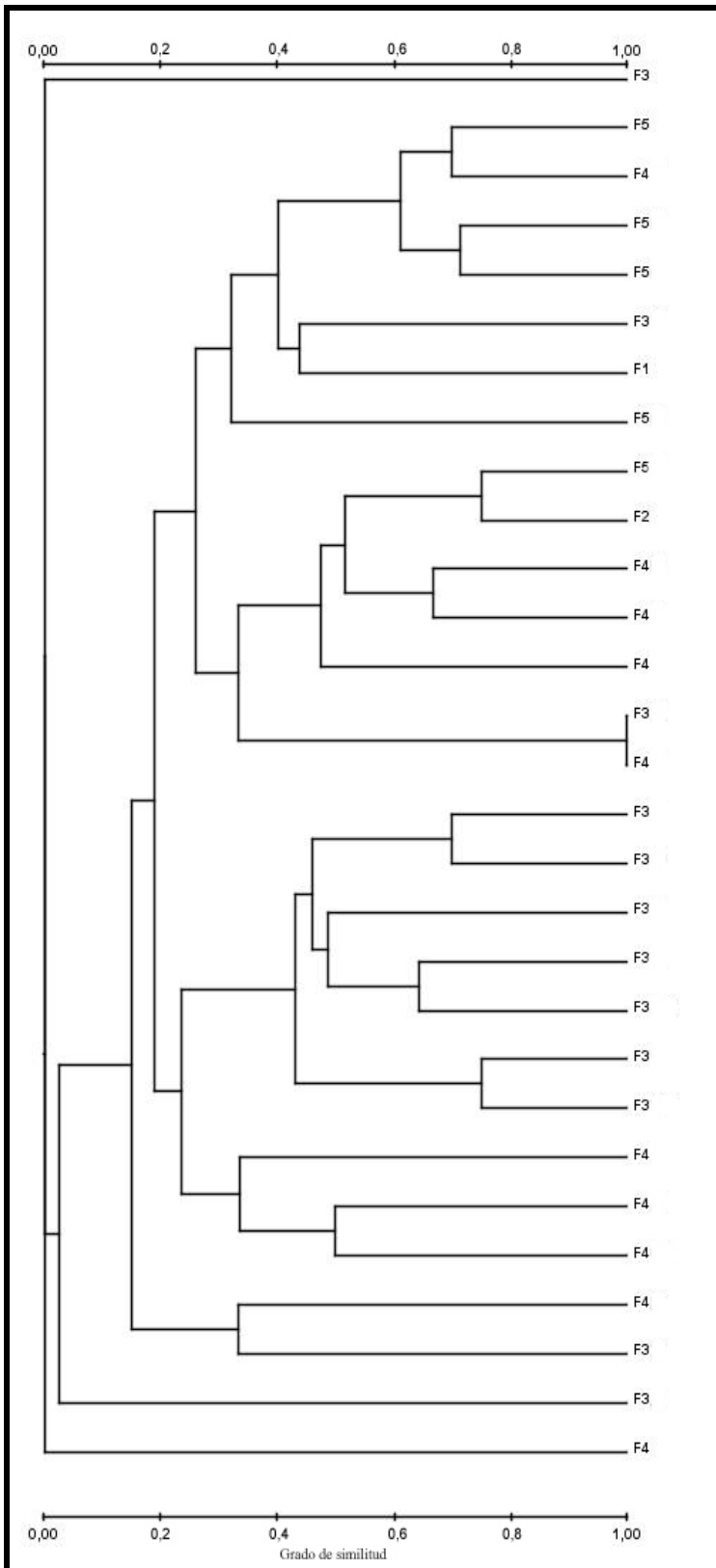


S3: Sitio regular



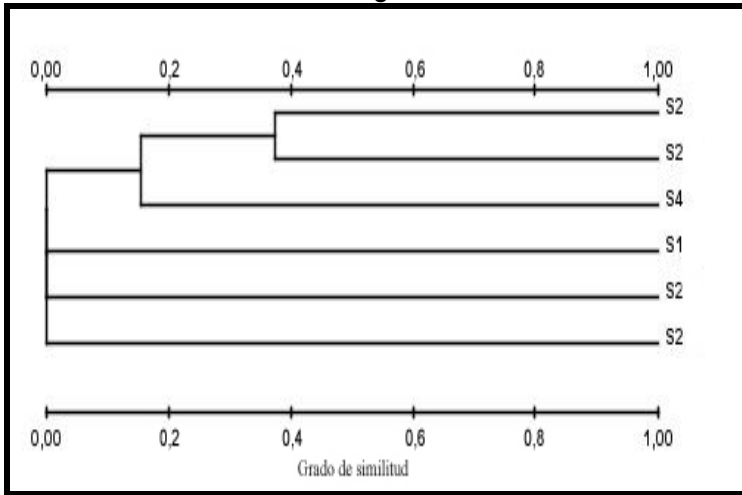


S4: Sitio bueno

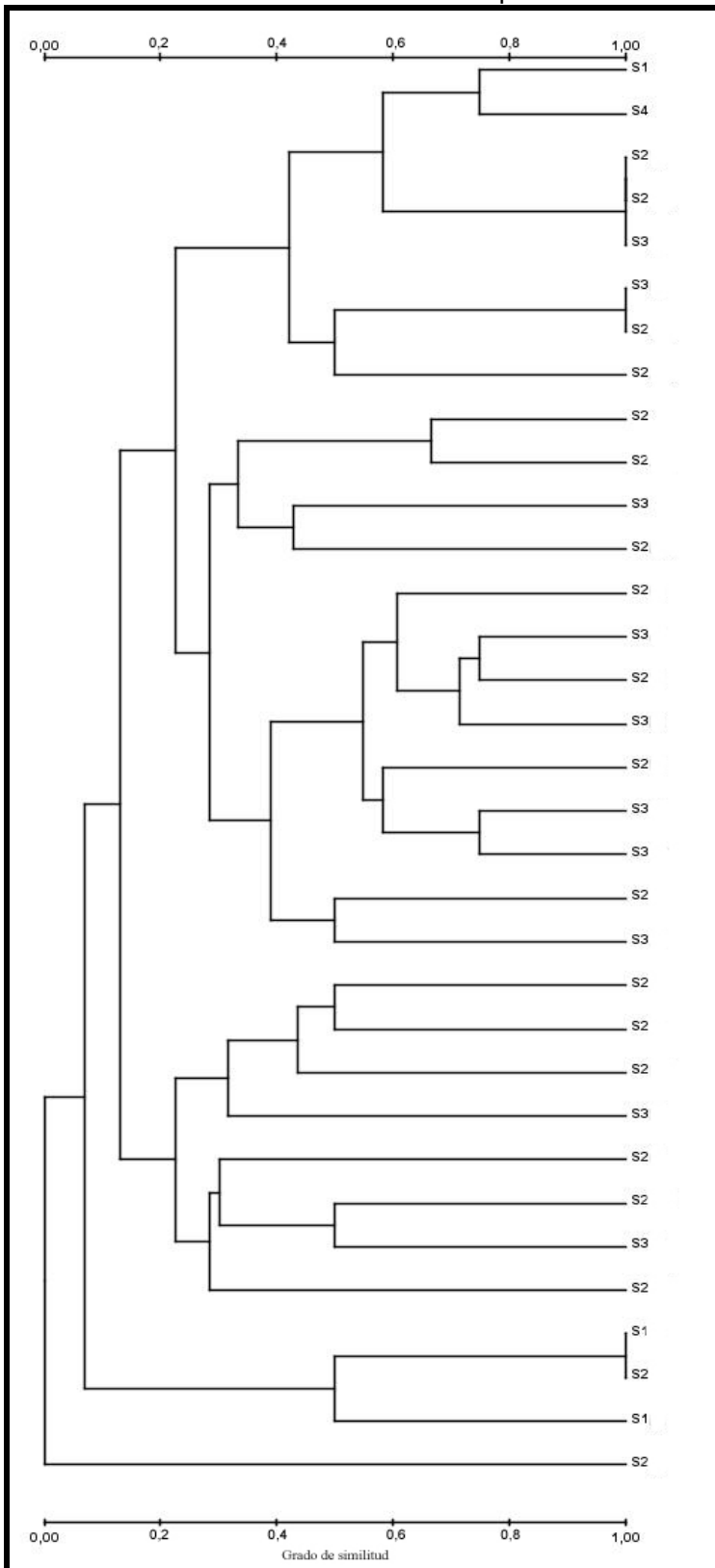


### C. Dendrogramas para efecto calidad de sitio

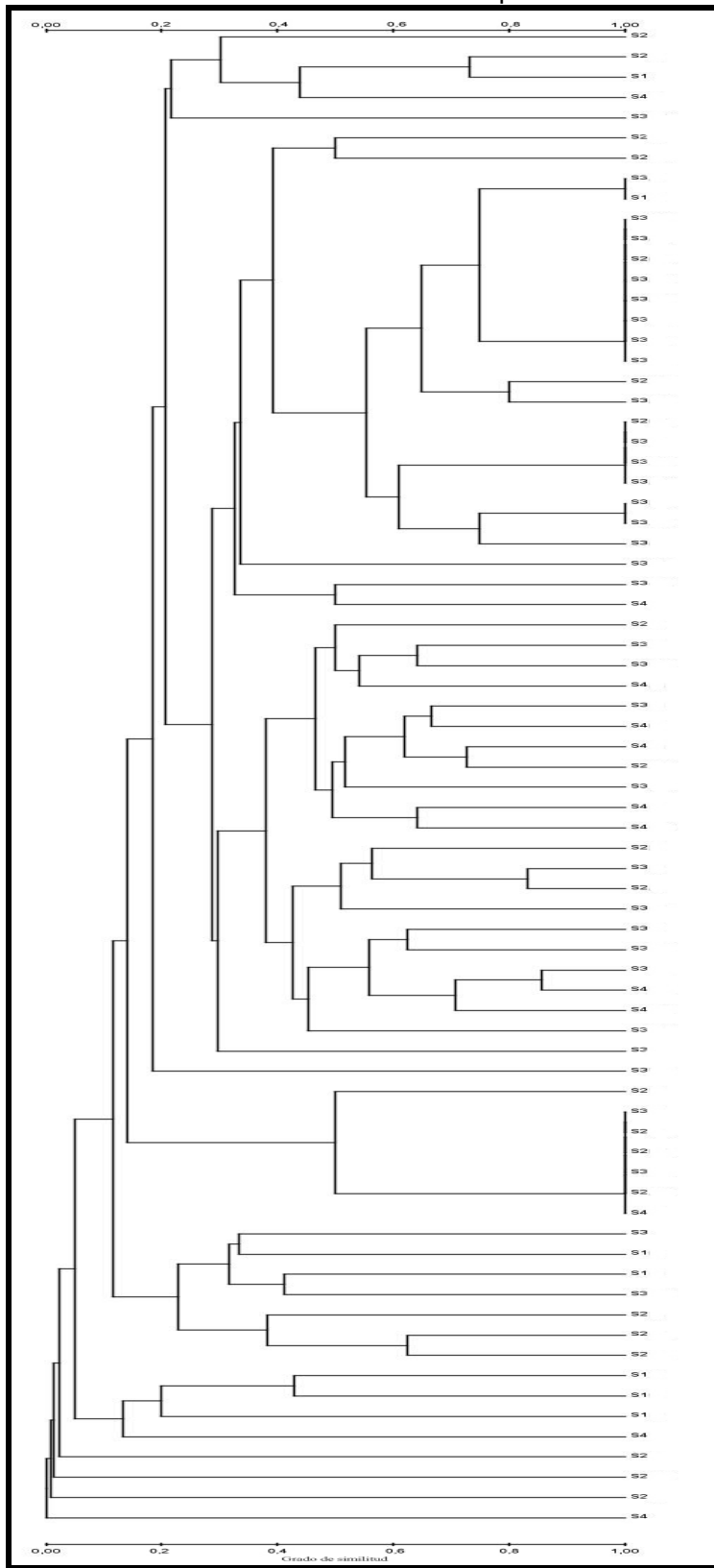
F1: Desmoronamiento con regeneración



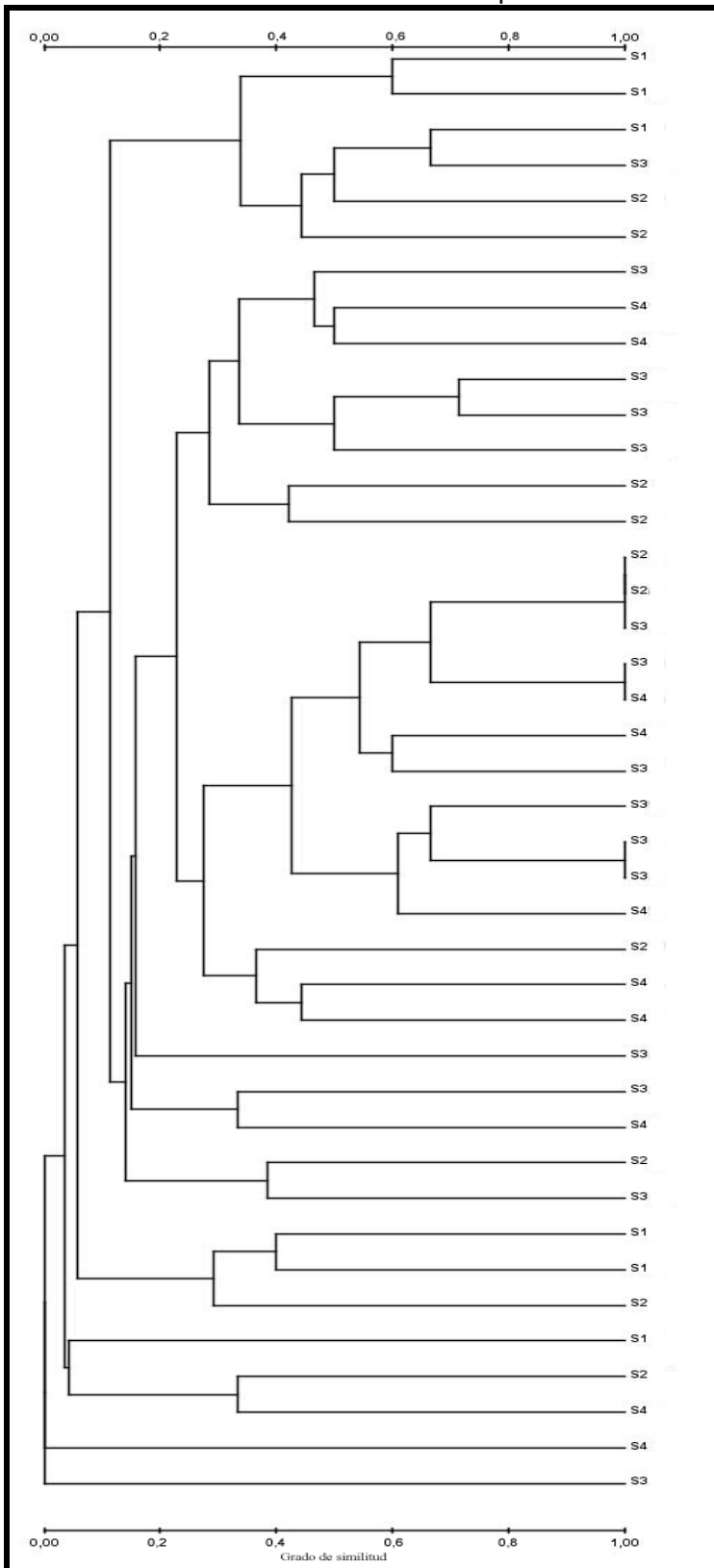
F2: Desmoronamiento con crecimiento optimo inicial



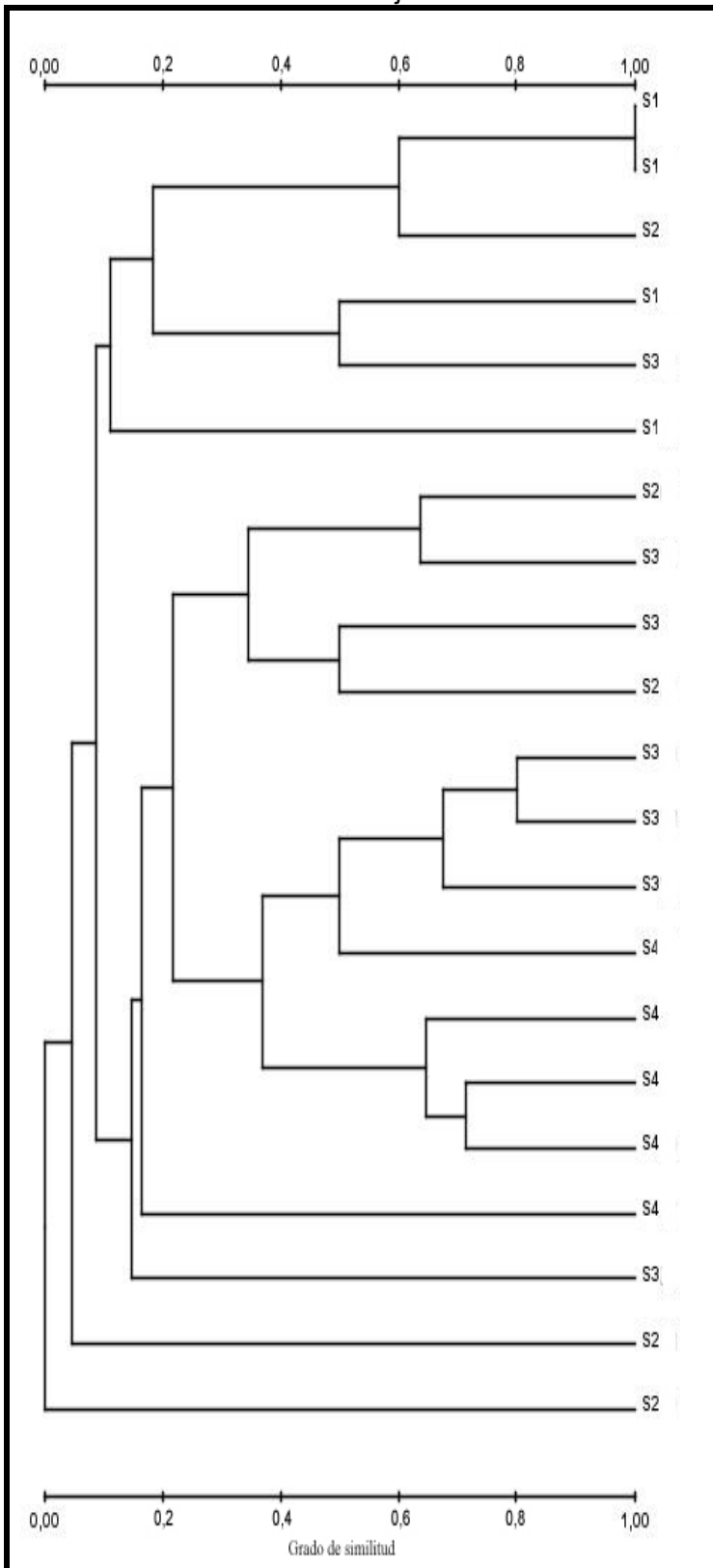
F3: Desmoronamiento con crecimiento optimo medio



F4: Desmoronamiento con crecimiento optimo final



F5: Desmoronamiento con envejecimiento



### APÉNDICE 3

#### A. Análisis estadístico de la riqueza de especies arbustivas entre los tipos fisonómicos

##### Descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1	25	2,00	1,118	,224	1,54	2,46	0	5
2	26	2,12	1,107	,217	1,67	2,56	0	5
3	175	,94	1,110	,084	,77	1,10	0	5
Total	226	1,19	1,202	,080	1,03	1,35	0	5

Donde: 1= Bosque húmedo de lenga-firre  
 2= Bosque achaparrado de lenga  
 3= Bosque de lenga puro

##### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	49,856	2	24,928	20,217	,000
Intra-grupos	274,962	223	1,233		
Total	324,819	225			

##### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Riqueza  
 Scheffé

(I) tipo de bosque	(J) tipo de bosque	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-,12	,311	,934	-,88	,65
	3	1,06(*)	,237	,000	,48	1,65
2	1	,12	,311	,934	-,65	,88
	3	1,18(*)	,233	,000	,60	1,75
3	1	-1,06(*)	,237	,000	-1,65	-,48
	2	-1,18(*)	,233	,000	-1,75	-,60

\* La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

Donde: 1= Bosque húmedo de lenga-firre  
 2= Bosque achaparrado de lenga  
 3= Bosque de lenga puro

## B. Análisis estadístico de la riqueza de especies herbáceas entre los tipos fisonómicos

### Descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1	25	8,12	3,295	,659	6,76	9,48	1	13
2	26	2,96	2,522	,495	1,94	3,98	0	10
3	175	4,09	3,110	,235	3,63	4,56	0	14
Total	226	4,41	3,346	,223	3,97	4,85	0	14

Donde: 1= Bosque húmedo de lenga-ñirre  
2= Bosque achaparrado de lenga  
3= Bosque de lenga puro

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	416,410	2	208,205	22,087	,000
Intra-grupos	2102,139	223	9,427		
Total	2518,549	225			

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Riqueza  
Scheffé

(I) tipo de bosque	(J) tipo de bosque	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	5,16(*)	,860	,000	3,04	7,28
	3	4,03(*)	,656	,000	2,41	5,65
2	1	-5,16(*)	,860	,000	-7,28	-3,04
	3	-1,13	,645	,218	-2,72	,46
3	1	-4,03(*)	,656	,000	-5,65	-2,41
	2	1,13	,645	,218	-,46	2,72

\* La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

Donde: 1= Bosque húmedo de lenga-ñirre  
2= Bosque achaparrado de lenga  
3= Bosque de lenga puro



### C. Análisis estadístico de la riqueza de especies entre los tipos fisonómicos

#### Descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1	25	10,12	3,528	,706	8,66	11,58	2	14
2	26	5,08	2,497	,490	4,07	6,09	2	12
3	175	5,03	3,617	,273	4,49	5,57	0	18
Total	226	5,60	3,833	,255	5,09	6,10	0	18

Donde: 1= Bosque húmedo de lenga-firre  
 2= Bosque achaparrado de lenga  
 3= Bosque de lenga puro

#### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	575,015	2	287,508	23,473	,000
Intra-grupos	2731,343	223	12,248		
Total	3306,358	225			

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Riqueza  
 Scheffé

(I) tipo de bosque	(J) tipo de bosque	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	5,04(*)	,980	,000	2,63	7,46
	3	5,09(*)	,748	,000	3,25	6,94
2	1	-5,04(*)	,980	,000	-7,46	-2,63
	3	,05	,736	,998	-1,76	1,86
3	1	-5,09(*)	,748	,000	-6,94	-3,25
	2	-,05	,736	,998	-1,86	1,76

\* La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

Donde: 1= Bosque húmedo de lenga-firre  
 2= Bosque achaparrado de lenga  
 3= Bosque de lenga puro

## D. Análisis estadístico de la riqueza de especies entre los fases de desarrollo para los bosque de lenga puros

### Descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1	6	4,00	5,254	2,145	-1,51	9,51	0	13
2	33	4,61	2,882	,502	3,58	5,63	0	11
3	74	5,38	3,912	,455	4,47	6,28	0	16
4	41	4,66	3,672	,573	3,50	5,82	0	18
5	21	5,48	3,043	,664	4,09	6,86	0	11
Total	175	5,03	3,617	,273	4,49	5,57	0	18

Donde 1: fase de desmoronamiento con regeneración  
 2: fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo inicial  
 3: fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo medio  
 4: fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo final  
 5: fase de desmoronamiento con envejecimiento.

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	31,115	4	7,779	,589	,671
Intra-grupos	2245,742	170	13,210		
Total	2276,857	174			

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Riqueza

Scheffé

(I) Fase de desarrollo	de	(J) Fase de desarrollo	de	Diferencia de medias (I-J)	de	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
								Límite inferior	Límite superior
1		2		-,61		1,613	,998	-5,63	4,42
		3		-1,38		1,543	,938	-6,18	3,43
		4		-,66		1,589	,996	-5,61	4,29
		5		-1,48		1,682	,942	-6,72	3,76
2		1		,61		1,613	,998	-4,42	5,63
		3		-,77		,761	,905	-3,14	1,60
		4		-,05		,850	1,000	-2,70	2,59
		5		-,87		1,015	,947	-4,03	2,29
3		1		1,38		1,543	,938	-3,43	6,18
		2		,77		,761	,905	-1,60	3,14
		4		,72		,708	,904	-1,48	2,92
		5		-,10		,899	1,000	-2,90	2,70
4		1		,66		1,589	,996	-4,29	5,61
		2		,05		,850	1,000	-2,59	2,70
		3		-,72		,708	,904	-2,92	1,48
		5		-,82		,975	,951	-3,86	2,22
5		1		1,48		1,682	,942	-3,76	6,72
		2		,87		1,015	,947	-2,29	4,03
		3		,10		,899	1,000	-2,70	2,90
		4		,82		,975	,951	-2,22	3,86

Donde 1: fase de desmoronamiento con regeneración  
 2: fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo inicial  
 3: fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo medio  
 4: fase de desmoronamiento con crecimiento óptimo final  
 5: fase de desmoronamiento con envejecimiento.

## E. Análisis estadístico de la riqueza de especies entre las clases de sitio para los bosques de lenga puros

### Descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1	21	4,52	3,459	,755	2,95	6,10	0	12
2	59	5,05	4,066	,529	3,99	6,11	0	18
3	66	4,83	3,126	,385	4,06	5,60	0	13
4	29	5,79	3,867	,718	4,32	7,26	0	13
Total	175	5,03	3,617	,273	4,49	5,57	0	18

Donde 1: sitios entre 8 y 12 m de altura  
 2: sitios entre 12 y 16 m de altura  
 3: sitios entre 16 y 20 m de altura  
 4: sitios mayores a 20 m de altura.

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	24,846	3	8,282	,629	,597
Intra-grupos	2252,011	171	13,170		
Total	2276,857	174			

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Riqueza

Scheffé

(I) Calidad de sitio	(J) Calidad de sitio	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-,53	,922	,955	-3,13	2,08
	3	-,31	,909	,990	-2,88	2,26
	4	-1,27	1,040	,685	-4,21	1,67
2	1	,53	,922	,955	-2,08	3,13
	3	,22	,650	,990	-1,62	2,05
	4	-,74	,823	,846	-3,07	1,58
3	1	,31	,909	,990	-2,26	2,88
	2	-,22	,650	,990	-2,05	1,62
	4	-,96	,808	,704	-3,24	1,32
4	1	1,27	1,040	,685	-1,67	4,21
	2	,74	,823	,846	-1,58	3,07
	3	,96	,808	,704	-1,32	3,24

Donde 1: sitios entre 8 y 12 m de altura  
 2: sitios entre 12 y 16 m de altura  
 3: sitios entre 16 y 20 m de altura  
 4: sitios mayores a 20 m de altura.