



## TÍTULO

**EFFECTOS DE LA APLICACIÓN DE CORTAS SELECTIVAS  
EN BOSQUES DE ARAUCARIA ARAUCANA (MOL.) K. KOCH  
UBICADOS EN LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA EN CHILE**

## AUTOR

**Fernando Olave Ortiz**

Directores

Institución

ISBN

©

©

Fecha de  
lectura

**Esta edición electrónica ha sido realizada en 2015**

Dr. Rafael María Navarro Cerrillo (Universidad de Córdoba)

Dra. Margarita África Clemente Muñoz (Universidad de Córdoba)

Universidad Internacional de Andalucía

978-84-7993-847-5

Fernando Olave Ortiz

De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía

28/10/2013



## Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

### Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

### Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciadador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
  - **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
  - **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
- 
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
  - *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
  - *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*



## **Tesis Doctoral**

**“Efectos de la aplicación de cortas selectivas en bosques de *Araucaria araucana* (Mol.) K Koch ubicados en la Región de la Araucanía en Chile”.**

**Autor:** Don Fernando Olave Ortiz

**Directores:** Prof. Dr. Rafael María Navarro Cerrillo.

Departamento de Ingeniería Forestal. Universidad de Córdoba

Prof<sup>a</sup> Dra. Margarita África Clemente Muñoz.

Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales.

Universidad de Córdoba

Tesis Doctoral Presentada por Fernando Olave Ortiz, en satisfacción de los requisitos necesarios para optar al grado de Doctor por la Universidad Internacional de Andalucía, dentro del Programa de Doctorado compartido con la Universidad de Córdoba, tutelado por el Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales de la Universidad de Córdoba.

Rafael María Navarro Cerrillo, Profesor Titular del Dpto. de Ingeniería Forestal de la Universidad de Córdoba, y Margarita África Clemente Muñoz, Catedrática de la Universidad de Córdoba, de acuerdo a las Normas reguladoras de Doctorado.

**Autorizan** a Don Fernando Olave Ortiz, Ingeniero Forestal y Master en Administración de Empresas para la presentación del trabajo que con el Título “Efectos de la aplicación de cortas selectivas en bosques de *Araucaria araucana* ubicados en la Región de la Araucanía en Chile” ha sido realizado bajo nuestra dirección como la Tesis para optar al grado de Doctor por la Universidad Internacional de Andalucía.

Córdoba, España, a.....de.....de 2013.

**Fdo.** Rafael M<sup>a</sup> Navarro Cerrillo

**Fdo.** Margarita África Clemente Muñoz

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Corporación Nacional Forestal por el patrocinio y soporte otorgado para cursar el programa de doctorado y el desarrollo de esta tesis.

A los Dres. Rafael María Navarro Cerrillo y Margarita África Clemente Muñoz por sus sabios consejos y orientaciones.

A todo el personal de CONAF por su desinteresada colaboración en la toma y procesamiento de datos.

## Índice General

<b>Capítulo 1</b>	<b>1</b>
<b>Introducción General</b>	<b>1</b>
<b>1. Introducción General</b>	<b>2</b>
<b>Referencias</b>	<b>9</b>
<b>Capítulo 2</b>	<b>11</b>
<b>Autoecología y Estado de Conservación de <i>Araucaria araucana</i> (Mol.) K. Koch.</b>	<b>11</b>
<b>2. Taxonomía y descripción de la especie</b>	<b>12</b>
2.1. Taxonomía	12
2.2 Descripción	12
2.2.1 Follaje	16
2.3 Superficie y distribución	17
2.3.1 Superficie	17
2.3.2 Distribución	17
2.4 Condiciones de hábitat	19
2.4.1 Clima	19
2.4.2 Geomorfología y suelos	19
2.5 Autoecología de regeneración de la especie	20
2.5.1 Floración, fructificación y dispersión	20
2.5.2 Cosecha y germinación de semillas	22
2.5.3 Crecimiento en plantaciones	22
2.5.4 Micropropagación	23
2.5.5 Aspectos ecológicos	24
2.5.6 Flora y Fauna asociada	27
2.6 Estructura y dinámica	30
2.6.1 Estructura	30
2.6.2 Dinámica	31
2.7 Estado de Conservación	32
2.7.1 Clasificación de IUCN	32
2.7.2 Clasificación en CITES	32
2.7.3 Clasificación en Chile	33
2.8 Referencias	34
<b>Capítulo 3</b>	<b>39</b>
<b>Análisis del Cambio de Cobertura de <i>Araucaria araucana</i> (Mol.) K. Koch durante el período 1961-2008 en un sector de la Región de la Araucanía de Chile.</b>	<b>39</b>
<b>Resumen</b>	<b>40</b>
<b>Summary</b>	<b>41</b>

<b>3.1. Introducción</b>	<b>42</b>
<b>3.2 Objetivos</b>	<b>44</b>
3.2.1 Objetivo General	44
3.2.2 Objetivos Específicos	44
<b>3.3 Material y Métodos</b>	<b>44</b>
3.3.1 Área de estudio	44
3.3.2 Bases cartográficas e imágenes	45
3.3.3 Identificación de los usos del suelo	47
3.3.4 Comparación de las coberturas	47
<b>3.4 Resultados y discusión</b>	<b>48</b>
3.4.1 Variación de usos de suelo a nivel predial	48
3.4.2 Balance General	54
<b>3.5 Conclusiones</b>	<b>56</b>
<b>3.6 Referencias</b>	<b>57</b>
<b>Capítulo 4</b>	<b>61</b>
<i>Estructura, Riqueza y Diversidad en Bosques de Araucaria araucana (Mol.) K. Koch localizados en la Región de La Araucanía, Chile.</i>	<b>61</b>
<b>Resumen</b>	<b>62</b>
<b>Summary</b>	<b>63</b>
<b>4.1 Introducción</b>	<b>64</b>
<b>4.2 Descripción de la zona de estudio</b>	<b>64</b>
4.2.1 Ubicación	64
4.2.2 Geomorfología	65
4.2.3 Clima	66
<b>4.3 Vegetación</b>	<b>66</b>
4.3.1 Asociaciones vegetales	66
4.3.2 Comunidades Vegetales	67
4.3.3 Pisos vegetales	68
4.3.4 Tipos Forestales	69
<b>4.4 Estructura, dinámica y diversidad de Araucaria araucana</b>	<b>71</b>
4.4.1 Restrucción	71
4.4.2 Dinámica	72
4.4.3 Diversidad de especies	72
<b>4.5 Grupos ecológicos de especies arbóreas</b>	<b>73</b>
<b>4.6. Objetivos</b>	<b>73</b>
4.6.1 Objetivo general	73
4.6.2 Objetivos específicos	73

<b>4.7 Material y método</b>	<b>74</b>
4.7.1 Inventario	74
4.7.2 Características ecológicas	75
4.7.3 Dinámica del bosque	76
4.7.4 Diversidad en las áreas de estudio	76
4.7.5 Intensidad de aprovechamiento	77
<b>4.8 Resultados y discusión</b>	<b>77</b>
4.8.1 Estructura	77
<b>4.9 Dinámica del bosque</b>	<b>81</b>
4.9.1 Distribución diamétrica	81
4.9.2 Regeneración	82
4.9.3 Importancia relativa	83
4.9.4 Fases de desarrollo	84
<b>4.10 Diversidad, riqueza y similitud de especies</b>	<b>85</b>
4.10.1 Diversidad	85
4.10.2 Riqueza	86
4.10.3 Similitud	88
<b>4.11 Grupos ecológicos</b>	<b>88</b>
<b>4.12 Conclusiones</b>	<b>92</b>
<b>4.13 Referencias</b>	<b>93</b>
<b>Capítulo 5</b>	<b>96</b>
<i>Efectos de la aplicación de cortas selectivas en bosques de Araucaria araucana (Mol.) K. Koch ubicados en la Región de la Araucanía en Chile.</i>	<b>96</b>
<b>Resumen</b>	<b>97</b>
<b>Summary</b>	<b>98</b>
<b>5.1 Introducción</b>	<b>99</b>
5.1.1 Silvicultura	99
5.1.2 Crecimiento	100
5.1.3 Regeneración	101
<b>5.2 Objetivos</b>	<b>102</b>
5.2.1 Objetivo General	102
5.2.2 Objetivos Específicos	102
<b>5.3 Material y métodos</b>	<b>102</b>
5.3.1 Área de Estudio	102
5.3.2 Fuentes de Información	103
5.3.3 Diseño del Inventario	104
5.3.4 Toma de datos	105
5.3.5 Procesamiento y almacenamiento de datos	105



<b>5.4 Resultados</b>	<b>105</b>
5.4.1 Estructura	105
5.4.2. Regeneración	116
<b>5.5 Discusión general</b>	<b>117</b>
<b>5.6 Conclusiones</b>	<b>119</b>
<b>5.7 Referencias</b>	<b>121</b>
<i>Capítulo 6</i>	<b>124</b>
<i>Discusión General</i>	<b>124</b>
<b>Referencias</b>	<b>132</b>
<i>Capítulo 7</i>	<b>134</b>
<i>Conclusiones Generales</i>	<b>134</b>
<b>Referencias</b>	<b>137</b>
<i>Anexos</i>	<b>147</b>
<b>Anexo I: Cambio de Cobertura</b>	<b>148</b>
<b>Anexo II: Estructura, Riqueza y Diversidad.</b>	<b>157</b>
Formularios	161
<b>Anexo III: Silvicultura</b>	<b>165</b>
Tablas de Rodal y Existencias	172
<b>Formularios</b>	<b>182</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.1</b> Superficie de los tipos forestales en Chile.....	<b>3</b>
<b>Tabla 2.1</b> Superficie de bosque nativo en Chile.....	<b>17</b>
<b>Tabla 3.1</b> Especificaciones técnicas de las fotografías adquiridas.....	<b>46</b>
<b>Tabla 3.2</b> Matriz de cambio de usos de suelo. Predio Hijueta 12.....	<b>48</b>
<b>Tabla 3.3.</b> Matriz de cambio de usos de suelo, Predio Pino Huacho.....	<b>50</b>
<b>Tabla 3.4</b> Matriz de cambio de usos de suelo, Predio El Indio.....	<b>51</b>
<b>Tabla 3.5</b> Matriz de cambio de uso de suelo, Predio Lolco.....	<b>53</b>
<b>Tabla 3.6</b> Balance general de uso del suelo para el área de estudio.....	<b>55</b>
<b>Tabla 4.1</b> Caracterización de los predios en estudio.....	<b>74</b>
<b>Tabla 4.2</b> Función alométrica desarrollada por Corvalán (1977) .....	<b>76</b>
<b>Tabla 4.3</b> Índices de diversidad ( $H'$ ) y equidad ( $J$ ) de Shannon.....	<b>76</b>
<b>Tabla 4.4.</b> Densidad y área basal existentes en los predios San Antonio, Pino Huacho, El Indio, Lolco e Hijueta.....	<b>78</b>
<b>Tabla 4.5</b> Índice de Valor de Importancia (IVI).....	<b>85</b>
<b>Tabla 4.6</b> Diversidad, equidad y riqueza de especies arbóreas.....	<b>86</b>
<b>Tabla 4.7</b> Índice de similitud de especies.....	<b>88</b>
<b>Tabla 5.1</b> Información predial contenida en los planes de manejo aprobados por Conaf.....	<b>104</b>
<b>Tabla 5.2</b> Número, tipo y distribución de parcelas utilizadas en inventario.....	<b>104</b>
<b>Tabla 5.3</b> Antecedentes pre y post manejo de <i>Araucaria araucana</i> (Lolco).....	<b>106</b>
<b>Tabla 5.4</b> Antecedentes pre y post manejo de <i>Araucaria araucana</i> (El Indio).....	<b>108</b>
<b>Tabla 5.5</b> Antecedentes pre y post manejo de <i>Araucaria araucana</i> (Pino Huacho).....	<b>110</b>
<b>Tabla 5.6</b> Antecedentes pre y post manejo de <i>Araucaria araucana</i> (San Antonio).....	<b>112</b>
<b>Tabla 5.7</b> Antecedentes pre y post manejo de <i>Araucaria araucana</i> (Hijueta 12).....	<b>114</b>
<b>Tabla 5.8</b> Regeneración de <i>Araucaria araucana</i> pre y post-manejo a nivel.....	<b>116</b>

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.1</b> Formaciones vegetales en la región de la Araucanía.....	<b>4</b>
<b>Figura 2.1</b> Hábito de <i>Araucaria araucana</i> en estado juvenil y adulto.....	<b>13</b>
<b>Figura 2.2</b> Corteza de <i>Araucaria araucana</i> en estado juvenil y adulto.....	<b>13</b>
<b>Figura 2.3</b> Ramas, conos y semillas de <i>Araucaria araucana</i> .....	<b>14</b>
<b>Figura 2.4</b> Madera de <i>Araucaria araucana</i> .....	<b>15</b>
<b>Figura 2.5</b> Cortes en madera de <i>Araucaria araucana</i> .....	<b>16</b>
<b>Figura 2.6</b> Ramas y hojas de <i>Araucaria araucana</i> .....	<b>16</b>
<b>Figura 2.7</b> Distribución geográfica de <i>Araucaria araucana</i> en Chile.....	<b>18</b>
<b>Figura 2.8</b> Flores femeninas y masculinas de <i>Araucaria araucana</i> .....	<b>20</b>
<b>Figura 2.9</b> Conos femeninos y masculinos de <i>Araucaria araucana</i> .....	<b>21</b>
<b>Figura 2.10</b> Semillas de <i>Araucaria araucana</i> .....	<b>21</b>
<b>Figura 2.11</b> Producción de plántulas de <i>Araucaria araucana</i> en vivero.....	<b>22</b>
<b>Figura 2.12</b> Perfil transversal de la distribución de <i>Araucaria araucana</i> y otros tipos forestales.....	<b>25</b>
<b>Figura 2.13</b> Bosques de <i>Araucaria araucana</i> .....	<b>26</b>
<b>Figura 2.14</b> Ubicación de <i>Araucaria araucana</i> en las diferentes exposiciones de la Cordillera de Los Andes.....	<b>28</b>
<b>Figura 2.15</b> Bosques mixtos de <i>Araucaria araucana</i> con <i>Nothofagus pumilio</i> y <i>Nothofagus antártica</i> .....	<b>29</b>
<b>Figura 2.16</b> Fauna asociada a <i>Araucaria araucana</i> .....	<b>30</b>
<b>Figura 2.17</b> Bosques puros de <i>Araucaria araucana</i> .....	<b>31</b>
<b>Figura 3.1</b> Área de estudio.....	<b>45</b>
<b>Figura 3.2</b> Zonas de cambio de cobertura para <i>Araucaria</i> , Predio Hijueta 12.....	<b>49</b>
<b>Figura 3.3</b> Zonas de cambio de cobertura para <i>Araucaria</i> , Predio Pino Huacho.....	<b>50</b>
<b>Figura 3.4</b> Zonas de cambio de cobertura para <i>Araucaria</i> , Predio El Indio.....	<b>52</b>
<b>Figura 3.5</b> Zonas de cambio de cobertura para <i>Araucaria</i> , Predio Lolco.....	<b>54</b>

<b>Figura 4.1</b> Localización de la zona de estudio.....	<b>65</b>
<b>Figura 4.2</b> Distribución de <i>Araucaria araucana</i> en Chile.....	<b>70</b>
<b>Figura 4.3</b> Participación porcentual de las especies arbóreas según clase diamétrica (dm) en los predios Lolco, El Indio, San Antonio, Pino Huacho e Hijueta 12.....	<b>80</b>
<b>Figura 4.4</b> Distribución porcentual de la copa de <i>Araucaria araucana</i> en los predios evaluados.....	<b>81</b>
<b>Figura 4.5</b> Distribución diamétrica de las especies arbóreas principales en el área de estudio.....	<b>82</b>
<b>Figura 4.6</b> Distribución de la regeneración de <i>Araucaria araucana</i> según clase de altura.....	<b>83</b>
<b>Figura 4.7</b> Riqueza acumulada de especies arbóreas según superficie y área basal extraída.....	<b>87</b>
<b>Figura 4.8</b> Distribución porcentual de especies según su grupo ecológico.....	<b>89</b>
<b>Figura 4.9</b> Relación entre área basal extraída y regeneración de <i>Araucaria</i> según rango de altura.....	<b>91</b>
<b>Figura 5.1</b> Ubicación del área de estudio en la región de la Araucanía de Chile.....	<b>103</b>
<b>Figura 5.2.</b> Efectos de las intervenciones realizadas en el predio Lolco.....	<b>107</b>
<b>Figura 5.3.</b> Efectos de las intervenciones realizadas en el predio “El Indio”.....	<b>109</b>
<b>Figura 5.4</b> Efectos de las intervenciones realizadas en el predio“Pino Huacho”... ..	<b>111</b>
<b>Figura 5.5</b> Efectos de las intervenciones realizadas en el predio “San Antonio”.....	<b>113</b>
<b>Figura 5.6</b> Efectos de las intervenciones realizadas en el predio “Hijueta 12”.....	<b>115</b>
<b>Figura 5.7</b> Regeneración de <i>Araucaria araucana</i> según clase de altura.....	<b>117</b>

## Abreviaturas

**ASTER:** Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer.

**BID:** Banco Interamericano de Desarrollo.

**BIRF:** Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento.

**CBD:** Convenio de Diversidad Biológica.

**CITES:** Convention on International Trade in Endangered Species

**CONAF:** Corporación Nacional Forestal.

**CONAMA:** Comisión Nacional de Medio Ambiente.

**DS:** Decreto Supremo.

**GD:** Gresshoff y Doy Modificado (medio nutritivo).

**GPS:** Sistemas de Posicionamiento Global.

**IGM:** Instituto Geográfico Militar.

**INFOR:** Instituto Forestal.

**MAP:** Mapa

**MS:** Murashige y Scoog (medio nutritivo)

**OEA:** Organización de Estados Americanos.

**RAMSAR:** Convención Sobre Humedales de Importancia Internacional.

**RGB:** Red-Green-Blue

**SAF:** Servicio Aéreo Fotogramétrico.

**SERMAFOR:** Servicios y Manejo Forestal.

**SNASPE:** Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado.

**SPOT:** Satellite Pour l'Observation de la Terra.

**SPSS:** Statistical Package for the Social Science.

**UICN:** Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

**UTM:** Universal Transverse Mercator

**WGS84:** World Geodetic System 84.

## Taxones mencionados

## Flora

*Acaena ovalifolia* Ruíz et Pav.  
*Adenocaulon chilense* Less.  
*Aextoxicon punctatum* Ruz et Pav.  
*Agathis alba* (Lamb.) Foxw.  
*Agathis australis* (D. Don) Loudon  
*Agathis lanceolata* Lindley ex Warburg  
*Agathis microstachya* J.F. Bailey et C.T. White  
*Agathis obtusa* (Lindl.) Mast.  
*Agathis vitiensis* Benth et Hook.f. ex Drake  
*Anemone multifida* Poir.  
*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze  
*Araucaria araucana* (Molina) K. Koch  
*Araucaria bidwilli* Hook.  
*Araucaria chilensis* (Lamb.) Mirb.  
*Araucaria cunninghamii* Aiton ex D. Don  
*Araucaria dombeyi* A. Rich.  
*Araucaria imbricata* Pav.  
*Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic-Serm. et Bizzarri  
*Azara lanceolata* Hook. f.  
*Beilschmiedia berteriana* (Gay) Koesterm.  
*Beilschmiedia miersii* (Gay) Koesterm.  
*Berberis microphylla* G. Forst. (syn: *Berberis buxifolia* Lam.)  
*Chusquea culeou* E. Desv.  
*Chusquea tenuiflora* Phil.  
*Colymbea quadrifaria* Salisb.  
*Desfontainia spinosa* Ruíz et Pav.  
*Dombeya chilensis* Lam.  
*Drimys winteri* J. R. Forst et G. Forster  
*Drimys andina* (Reiche) R. A. Rodr. et Quez (syn: *Drimys winteri* var. *andina*)  
*Embothrium coccineum* J. R. Forst. et G. Forst.  
*Eucryphia cordifolia* Cav.  
*Festuca scabrioucula* Phill  
*Fitzroya cupressoides* (Molina) I.M. Johnst.  
*Gaultheria mucronata* (L. f.) Hook. et Arn.  
*Gaultheria* spp.  
*Gomortega keule* (Molina) Bail.  
*Jubaea chilensis* (Molina) Bail.  
*Laureliopsis philippiana* (Looser) Schodde (syn: *Laurelia philippiana* Looser )  
*Laurelia sempervirens* (Ruíz et Pav.) Tul.  
*Lomatia dentata* (Ruíz et Pav.) R. Br.  
*Lomatia ferruginea* (Cav.) R. Br.  
*Maytenus disticha* (Hook. f.) Urb.  
*Nothofagus alessandrii* Espinoza  
*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst.  
*Nothofagus antarctica* (G. Forster) Oerst.  
*Nothofagus betuloides* (Mirb.) Oerst.  
*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.

*Nothofagus glauca* (R. Phil.) Krasser  
*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.  
*Nothofagus pumilio* (Poepp.et Endl.) Krasser  
*Persea lingue* (Miers ex Bertero) Nees  
*Pilgerodendron uviferum* (D. Don) Florin  
*Pitavia punctata* Molina  
*Pseudopanax laetevirens* (Gay) Franchet  
*Perezia prenanthoides* Less.  
*Perezia variabilis* (Phil.) Reiche  
*Poa tristigmatica* E. Desv.  
*Quinchamalium chilense* Molina  
*Ribes* spp.  
*Saxegothaea conspicua* Lindl.  
*Valeriana lapathifolia* Vahl  
*Weinmannia trichosperma* Cav

### **Mamíferos**

*Conepatus chinga* (Molina)  
*Duscycion culpaeus* (Molina)  
*Felis concolor* (Linnaeus)  
*Galictis cuja* (Molina)  
*Hippocamelus bisulcus* (Molina)  
*Lama guanicoe* (P.L.S. Müller)  
*Leopardus guigna* (Molina)  
*Lycalopex culpaeus* (Molina)  
*Sus scrofa* (Linnaeus)  
*Tellmatobufo bullocky* Schmidt

### **Reptiles y anfibios**

*Bratrachyla taeniata* (Girard).  
*Bufo spinulosus* Wiegmann  
*Rhinella spinulosa*  
*Eupsophus grayi* (Bell) Garnot y Lesson  
*Hylorina sylvatica* (Bell)  
*Liolaemus chilensis* Lesson  
*Liolaemus pictus* (Dumeril et Bibron)  
*Rhinoderma darwini* (Dumeril y Bibron)  
*Tachymenis peruviana* (Wiegmann)  
*Tachymenis chilensis* (Schleguel)  
*Telmatobufo bulloki* Schmidt

### **Aves**

*Butco polysoma* (Quoy et Gaimard)  
*Campephilus magellanicus* (King)  
*Dendrocopus lignarius* (Molina)  
*Eicognathus ferrugineus* (P.L.S.Müller)

*Enicognathus leptorhynchus* (King)  
*Oreotrochilus leucopleurus* Gould  
*Picoides liganius* (Molina)  
*Theristicus caudatus melanopis* (Gmelin)  
*Zenaida auriculata auriculata* (Des Murs)

### **Roedores**

*Phyllotis darwinii* (Waterhouse)

### **Agentes saprofitos y patógenos**

*Caliciopsis brevipes* (Butin)  
*Caliciopsis cochlearis* (Butin)  
*Cerambicidae* spp.  
*Ceratocystis moniliformes* (Hedge). Moreau  
*Cladosporium* sp.  
*Curculionidae* sp.  
*Epicoccum nigrum* (Link.)  
*Glomus nitradices*. (N.C. Schenck et G.S. Sm)  
*Hylurgonotus antipodus* (Eggers)  
*Sinophloeus* (Eggers)  
*Micronegeria fagi* (Dietel et Neger)  
*Nemonychidae* (Bedel)  
*Belidae* (Schönherr)  
*Curculionidae* spp.  
*Scolytidae* spp.  
*Uleiella chilensis* (Dietel et Neger)  
*Verticillium albo-atrum* (Reinke et Berthold)



## Resumen

*Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch, es una especie de la familia de las *Araucariaceae* endémica de los bosques subantárticos de América del Sur, que presenta una distribución en dos áreas discontinuas que abarcan la Cordillera de los Andes de Chile y Argentina y la Cordillera de la Costa de Chile. El Tipo Forestal *Araucaria* cubre en Chile una superficie de 253.739 ha., de las cuales 91.043 se encuentran incluidas en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). En Argentina toda la superficie cubierta por esta especie está protegida en Parques Nacionales.

*Araucaria araucana* es una especie de lento crecimiento que puede superar los 1.000 años de edad y presentar incrementos anuales que oscilan entre 5 y 8,2 cm en altura, entre 2,3 y 2,7 mm en diámetro y del orden de 1 a 2,3 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> en volumen. Se encuentra catalogada como especie vulnerable según los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), está incluida en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora y Silvestres (CITES), y posee la condición de Monumento Natural en Chile desde el año 1990, a raíz de lo cual, la especie no solamente está impedida de ser comercializada internacionalmente, sino que también posee una prohibición absoluta de corta en Chile.

Existe un consenso entre los investigadores respecto de la inexistencia de limitaciones biológicas serias para el manejo sustentable de la especie, sobre el método silvicultural recomendado para ella y la necesidad de evaluar los efectos de las intervenciones realizadas antes de la moratoria decretada en 1990.

El presente estudio analiza el cambio de cobertura y los efectos de la aplicación de cortas selectivas en la diversidad, dinámica, estructura, existencias y regeneración de bosques de *Araucaria araucana* localizados en la Región de la Araucanía de Chile, utilizando para ello información cartográfica generada a partir de: fotografías aéreas tomadas el año 1961 e imágenes SPOT del año 2008, inventarios forestales realizados entre los años 2009 y 2011 y planes de manejo ejecutados entre los años 1989 y 1990.

En términos de cobertura, los resultados de la investigación muestran una expansión de los tipos forestales asociados, especialmente de aquellos con presencia de especies del género *Nothofagus* y una leve recuperación en la cobertura del tipo forestal *Araucaria*. Respecto de los impactos provocados por la aplicación de cortas selectivas, los resultados muestran que los bosques estudiados presentan una fuerte alteración en su dinámica natural, recuperan la distribución diamétrica de jota inversa característica de la especie y disminuyen sus densidades y existencias a niveles muy por debajo de los reportados en la literatura científica para la especie en la zona de estudio situándose la regeneración en los límites inferiores informados para la especie, todo lo cual compromete su aprovechamiento productivo futuro bajo criterios de sustentabilidad.

En términos de diversidad y riqueza arbórea, las intervenciones realizadas no provocaron cambios significativos en los bosques estudiados.

Palabras claves: *Araucaria*, estado de conservación, cobertura, dinámica, estructura, regeneración, diversidad y riqueza.

## Summary

*Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch, a member of the family *Araucariaceae*, is endemic to the subantarctic forests of South America, the species' range comprises two discontinuous areas, the main one in the Andes of Chile and Argentina and a smaller one in the Coastal Range of Chile. In Chile the *Araucaria* forest type covers 253,739 hectares, 91,043 of them are within National Parks and Reserves. In Argentina all *Araucaria* forests are included within the boundaries of federal protected areas.

*Araucaria araucana* has a slow growth rate but can live over 1000 years; annual height increase ranges between 5 and 8.2 centimeters, diameter growth range from 2.3 to 2.7 mm and volume increases by 1 to 2.3 cubic meters per year. The species is classified as Vulnerable by the International Union for Conservation of Nature (IUCN), is listed in Appendix I of the International Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna (CITES) and was given the legal status of Nature Monument in Chile in 1990, thus the species cannot be traded internationally and cannot be logged or traded at the national level as well.

There is a consensus among researchers that there are no serious biological constraints for the sustainable management of the species, there is also agreement about the recommended silvicultural method, as well as the need to evaluate the effects of logging activities carried out prior to the declaration as Nature Monument.

The study analyzes the changes in ground cover and the effect of selection cutting upon diversity, dynamics, structure, standing volume and regeneration of *Araucaria araucana* forests in the Araucanía Region of Chile, using cartographic information generated from aerial photographs taken in 1961 and SPOT satellite images taken in 2008, data from forest inventories carried out between 2009 and 2011 and stand data from the forest management plans approved in 1989 and 1990.

In terms of ground cover, the results show an increase in ground cover throughout the study area, especially the forests with different species of *Nothofagus*, and a modest increase of *Araucaria araucana*. In reference to the impacts caused by selection logging, the study shows that twenty years later there is a strong disturbance of the natural dynamics of the forest, the inverse J diameter class distribution typical of this species has been regained, but stand density (basal area), stems per hectare and regeneration levels are way below the values reported for the study area in the scientific literature, and regeneration is tantamount to the lowest levels reported for the species; all of this threatens future production use under sustainability criteria.

In terms of diversity and richness of tree species, logging did not cause significant changes in the forests under study.

Keywords: *Araucaria*, conservation status, tree cover, dynamics, structure, regeneration, diversity, richness.

# **Capítulo 1**

## **Introducción General**

## 1. Introducción General

Desde mediados del siglo pasado la preocupación mundial por la acelerada pérdida de diversidad biológica en el planeta, impulsó a la comunidad científica a comprometerse en la búsqueda de soluciones para detenerla.

Ella 7ª Asamblea General de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), realizada en 1960, se instó a los gobiernos a regular el comercio internacional de especies silvestres amenazadas. En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano celebrada en el año 1972 en la ciudad de Estocolmo, surge la necesidad de establecer una serie de criterios y principios comunes que constituyeran una guía para preservar y mejorar el medio ambiente y los recursos naturales, incluidos el aire, el agua, la tierra, la flora, la fauna y muestras representativas de los ecosistemas naturales en beneficio de las generaciones presentes y futuras. A partir de esta guía se han generado una serie de Convenios y Tratados Internacionales que, respetando el derecho soberano de los pueblos a usar sus recursos naturales, establecen mecanismos de cooperación internacional para la conservación de la diversidad biológica y la recuperación de especies de flora y fauna silvestres explotadas severamente sin criterios de sustentabilidad a causa del comercio internacional.

Entre los acuerdos internacionales multilaterales generados cabe citar: la Convención Sobre Humedales de Importancia Internacional (RAMSAR), la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y la Convención de Diversidad Biológica (CDB).

En el ámbito específico de los bosques, la preocupación mundial por los efectos ambientales, sociales y económicos provocados por la creciente deforestación, motivaron a los Estados presentes en la Cumbre Mundial Sobre el Desarrollo Sustentable (Río de Janeiro, 1992), a realizar una declaración sobre el manejo forestal sustentable, en la cual, reconociendo los procesos ecológicos complejos, la contribución a la estabilidad del medio ambiente y la diversidad biológica de dichos ecosistemas, manifiestan que los recursos y las tierras forestales deberían ser objeto de una ordenación sostenible a fin de atender a las necesidades sociales, económicas, ecológicas, culturales y espirituales de las generaciones presentes y futuras.

En ese contexto y coherente con su condición de signatario de la CITES, de la CDB y del Foro Mundial de Bosques, Chile ha dado pasos significativos en la definición de políticas, planes y programas tendentes a lograr un equilibrio entre la conservación de la diversidad biológica y el uso sostenible de los ecosistemas y sus componentes, entre ellos los bosques naturales, dotándose para dichos efectos de una institucionalidad y marco regulador específico.

Destaca en ese esfuerzo la creación del Ministerio del Medio Ambiente, la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente y la Estrategia Nacional de Conservación de la Diversidad Biológica.

En el ámbito forestal, además de una institucionalidad específica conformada por el Instituto Forestal (INFOR) y la Corporación Nacional Forestal (CONAF) organismos dedicados a la investigación sectorial y a la conservación del patrimonio silvestre y uso sostenible de los ecosistemas forestales respectivamente, Chile cuenta con un marco regulador conformado por una serie de instrumentos jurídicos, entre los que destacan la Ley de Bosques de 1931, el Decreto Ley 701 de 1974 sobre Fomento Forestal, la Ley 20.283 sobre Recuperación del Bosque Nativo y Fomento Forestal y una serie de Decretos Supremos que otorgan la condición de Monumento Natural a diversas especies

forestales, como son *Beilschmiedia miersii* (Belloto del Norte), *Beilschmiedia berteroa* (Belloto del Sur), *Pitavia punctata* (Pitao), *Gomortega keule* (Queule), *Nothofagus alessandrii* (Ruil), *Fitzroya cupressoides* (Alerce) y *Araucaria araucana* (Araucaria), especies estas dos últimas que junto a *Pilgerodendron uviferum* (Ciprés de las Guaytecas), se encuentran incluidas en el listado de máxima protección (Apéndice I) de la CITES.

En materia de investigación, relacionada con formaciones vegetales y bosques, se realizó el estudio sobre la tipología forestal o “tipos forestales” de Chile, en base a la composición florística y especies dominantes presentes en bosques naturales (Donoso, 1981).

El citado estudio define los siguientes doce tipos forestales: esclerófilo, con los subtipos Espinal, rodales mixtos de especies esclerófilas y los bosques hidrófilos de quebradas; Palma Chilena; Roble-Huaro, formado por los bosquetes costeros septentrionales de Roble o Huaro, los bosques andinos de Roble de altura, los bosques de Huaro, los bosquetes de Raulí o los bosques higrófilos de quebradas; Ciprés de la Cordillera; Roble-Raulí-Coligüe, con el subtipo renoval y bosque puro secundario, los remanentes originales y los bosques degradados; Lengua, con los subtipos: bosques achaparrados y krummholz (bosques subantárticos deformados por la acción del viento y la nieve) de Lengua, los bosques de Lengua puros y los bosques mixtos de Lengua-Coigüe; Araucaria y Coigüe-Raulí-Tepa; - siempreverde, con los subtipos, ñadi, olivillo costero, siempreverde con intolerantes emergentes, siempreverde de tolerantes y renovales de Canelo; y - Alerce, Ciprés de las Guaytecas y Coigüe de Magallanes, los cuales en conjunto alcanzan una superficie de 13.5 millones de hectáreas de Lengua (Tabla 1).

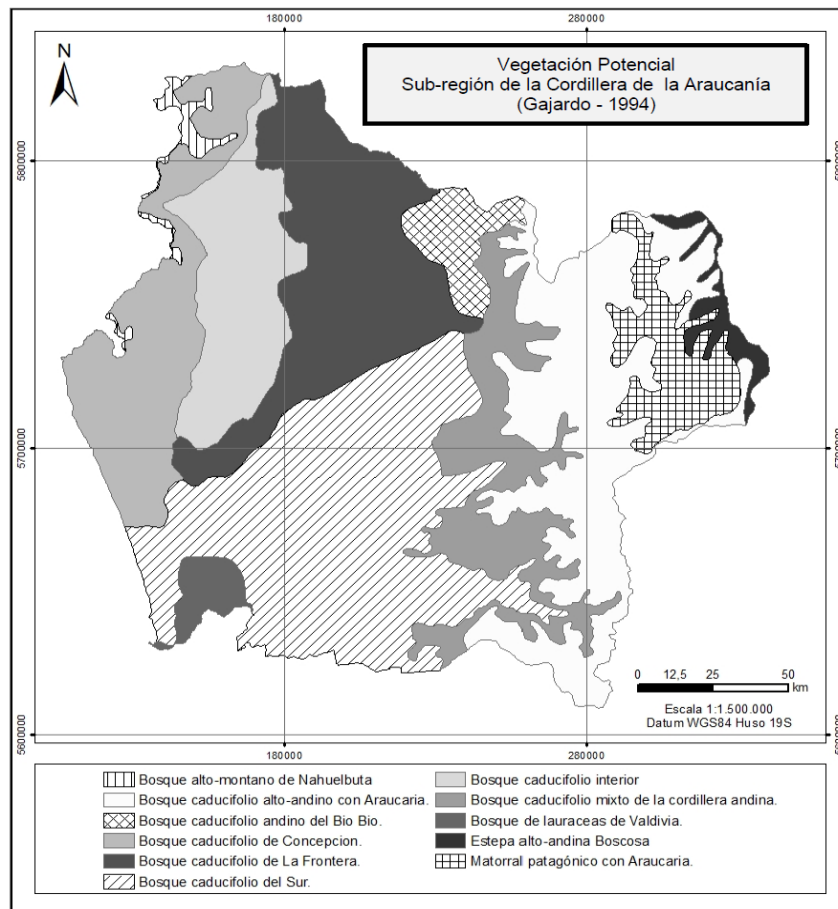
**Tabla 1. Superficie de los tipos forestales en Chile.**

<i>Tipo Forestal</i>	<i>Superficie</i>	
	(ha)	(%)
<i>Siempreverde</i>	4.131.995	30,4
<i>Lengua</i>	3.581.635	26,3
<i>Coihue de Magallanes</i>	1.691.847	12,4
<i>Roble - Raulí - Coigüe</i>	1.468.476	10,8
<i>Ciprés de las Guaytecas</i>	930.074	6,8
<i>Coigüe - Raulí - Tepa</i>	556.189	4,1
<i>Esclerófilo</i>	473.437	3,5
<i>Alerce</i>	258.371	1,9
<i>Araucaria</i>	253.739	1,9
<i>Roble - Hualo</i>	205.974	1,5
<i>Ciprés de la Cordillera</i>	47.157	0,3
<i>Palma chilena</i>	716	0,0
<b>Total</b>	<b>13.599.610</b>	<b>100</b>

**Fuente:** CONAF (2011)

Gajardo (1994) clasifica la vegetación en regiones vegetales naturales (Fig.1) tipificándolas como desierto, estepa alto-andina, matorral y bosque esclerófilo, bosque caducifolio, bosque laurifolio, bosque siempre verde y turberas, estepas patagónicas y bosque andino patagónico. Esta última región vegetal corresponde al territorio de la Cordillera Andina austral cubierto con bosques, cuyas características ecológicas principales son recibir la precipitación generalmente en forma de nieve y la presencia dominante de *Nothofagus pumilio*.

En ella se delimitan, desde el punto de vista de los elementos florísticos característicos y de los factores ambientales principales, las sub-regiones de las Cordilleras Patagónicas y de las Cordilleras de la Araucanía, representando esta última a los bosques alto montanos que se extienden entre las regiones del Bío-Bío (36°00' y 38°30' de latitud Sur) y de Los Lagos (40°14' y 44°04' latitud Sur) en Chile y, excepcionalmente aquellos elementos presentes en la Cordillera de la Costa, donde constituyen un relictos de pasadas distribuciones, siendo su característica ambiental distintiva dentro de la región ecológica el presentar condiciones estivales más favorables.



**Fuente:** Gajardo (1994)

**Figura 1.** Distribución potencial de las formaciones vegetales naturales en la Región de la Araucanía, Chile (Gajardo, 1994).

Desde el punto de vista florístico, el carácter más destacado de la sub-región de la Cordilleras de la Araucanía, es la presencia de *Araucaria araucana* como árbol dominante del paisaje vegetal, participando en diversas comunidades vegetales, cada una con una fisonomía característica. En las vertientes occidentales de la Cordillera de Los Andes forma parte del bosque perennifolio templado de Coigüe, en tanto que en las vertientes orientales andinas conforma la estepa de gramíneas perennes y arbustos, siendo las comunidades “Araucaria–Lenga”, “Araucaria–Coigüe” y “Araucaria–Coirón” las comunidades características presentes en los sectores de mayor altitud, sectores medios y en las cumbres altas y roquedos respectivamente.

Luebert y Pliscoff (2006), utilizando el concepto de “piso de vegetación” como unidad básica de una tipología de unidades de vegetación natural, clasificaron la vegetación en 17 pisos vegetacionales, denominados como desierto absoluto, matorral desértico, matorral bajo desértico, matorral espinoso, bosque espinoso, matorral esclerófilo, bosque esclerófilo, bosque caducifolio, matorral caducifolio, bosque laurifolio, bosque resinoso de coníferas, bosque siempreverde, matorral siempreverde, turbera, matorral bajo de altitud, herbazal de altitud y estepas y pastizales. Los bosques resinosos templados costeros de *Araucaria araucana*, los bosques resinosos templados andinos de *Araucaria araucana* y *Nothofagus dombeyi* y los bosques resinosos templados andino de *Araucaria araucana* y *Festuca scabriusculase* encuentran contenidos en los bosques resinosos de coníferas.

*Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch, “Araucaria” o “Pehuén” como se le denomina comúnmente, es una especie de la familia Araucariaceae, considerada una de las más importantes originadas en la era del Mesozoico en el hemisferio sur y cuya máxima diversidad biológica y distribución geográfica en ambos hemisferios del planeta se expresó en el período del Jurásico.

En el presente, la familia Araucariaceae está circunscrita casi exclusivamente al hemisferio sur, específicamente en Asia, Australia, Indonesia, Nueva Caledonia, Nueva Guinea, Nueva Zelanda, algunas islas del Pacífico Sur y en América del Sur, donde presenta una distribución natural que va desde el paralelo 37°27' al paralelo 40°03 latitud sur, encontrándose restringida a dos áreas discontinuas que abarcan la Cordillera de los Andes de Chile y Argentina y la Cordillera de la Costa de Chile.

En Chile la presencia de la especie alcanza una superficie de 253.739 ha, de las cuales 91.043 (35,9%) se encuentran localizadas en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. En Argentina la especie cuenta con una cobertura aproximada de 280.000 ha, estando prácticamente toda la superficie en Parques Nacionales (Montaldo, 1974; Rodríguez *et al.*, 1983; Donoso, 1993; Enrigh *et al.*, 1995; Kershaw y McGlone, 1995; Veblen *et al.* 1996; Donoso y Cabello, 1977; Setoguchi *et al.*, 1998; CONAF, 2011).

La especie se caracteriza por poseer un tronco grueso, cilíndrico y recto que alcanza en estado adulto hasta 50 m de altura y diámetros mayores a 2,5 m. La corteza es suberosa y gruesa, de 10 a 14 cm de espesor, agrietada en forma de placas hexagonales denominadas “choros”. Presenta una copa de aspecto piramidal, similar a un paraguas, con un patrón de ramificación relativamente regular, con 3 a 7 ramas por verticilo, de disposición perpendicular al tronco, o bien ligeramente arqueadas hacia arriba. Las ramas alcanzan el suelo cuando los árboles son jóvenes, desprendiéndose hacia la adultez las ramas inferiores, determinando ello que la copa se inicie a gran altura del fuste.

El sistema radicular de *Araucaria araucana* consta de una raíz principal o pivotante y raíces paralelas a la superficie que pueden extenderse en un radio de hasta 20 metros. A menudo es posible observar renuevos desde la raíces o del tronco, lo que asegura la

regeneración vegetativa de la especie. Su voluminoso sistema radicular contribuye a la estabilidad y al desarrollo en estaciones secas, en rocas y riscos de altura.

Los individuos de *Araucaria* son generalmente dioicos, aunque ocasionalmente se presentan individuos hermafroditas o monoicos. El cono masculino o amento es erecto y se encuentra dispuesto en racimos, ovoide esféricos, de color amarillo anaranjado en la madurez y alcanza 15 cm de largo y 8 de ancho. El cono femenino es terminal, erecto y solitario, esférico, de color marrón en la madurez, con un diámetro promedio de 20 cm.

Las semillas son oblongas, cuneiformes de color castaño-claro, de aproximadamente 4 a 4,5 cm de largo cuyo peso fluctúa entre 3,5 a 3,8 g. La dispersión de semillas se produce por gravedad, en un radio promedio de 7,1 m en torno al árbol madre.

La especie se caracteriza por su lento crecimiento y gran longevidad, alcanzando en bosques naturales mixtos incrementos que oscilan entre 5 y 8,2 cm anuales y 2,3 a 2,7 mm anuales en altura y diámetro respectivamente, reportándose incrementos volumétricos que varían entre 1 y 2,3 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup>. En términos de edad la especie supera los 1.000 años (Schmidt *et al.*, 1980; Rodríguez *et al.*, 1983; Muñoz, 1984; Serra, 1987; Caavieres, 1987; Hoffmann, 1991; Gilman y Watson, 1993; Donoso, 1993; Caro, 1995; Marticorena y Rodríguez, 1995; Donoso y Cabello, 1977; Mujica, 2001).

Producto de la reducción y fragmentación de sus hábitats causados por la fuerte explotación a que fue sometida hasta finales de la década de los sesenta, por la fragilidad de ecosistemas en que ella se encuentra, por su singular valor biológico y connotación sociocultural, *Araucaria araucana* se encuentra catalogada como vulnerable según los criterios de la Unión Internacional Para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y el reglamento de las Ley General de Bases del Medio Ambiente de Chile.

Se encuentra además incluida en el Apéndice I de la CITES, y posee la condición de Monumento Natural en Chile desde el año 1976, a raíz de lo cual, la especie no solo está impedida de ser comercializada internacionalmente, sino que también posee una prohibición absoluta de corta que rige desde el año 1990.

Sin embargo, diversos estudios sobre la ecología, dinámica y silvicultura de *Araucaria araucana*, coinciden en que no parecen existir limitantes biológicas serias que impidan su manejo y que ello puede realizarse de manera sustentable mediante el método de regeneración: selección o cortas sucesivas. Coinciden además los estudios en la necesidad de evaluar las intervenciones realizadas al amparo de los criterios técnicos contenidos en la legislación vigente en Chile hasta el año 1990, fecha en la que se decretó la prohibición absoluta de corta de la especie.

Por otra parte, y no obstante lo afirmado por Lara *et al.*, (1996) y Donoso (2006) en cuanto a que durante el siglo pasado en la Región de la Araucanía la superficie con presencia de la especie se habría reducido en un 50%, alcanzando a finales de dicho período una superficie levemente mayor a las 250.000 ha, debido fundamentalmente a procesos de colonización, explotaciones madereras y eventos catastróficos, diversos estudios relativos a la cobertura de la especie en Chile, indican que a finales de la década de los ochenta *Araucaria* contaba con una cobertura de 300.317 ha (Bascur *et al.*, 1987), a finales de los noventa la cobertura era de 261.073 ha (CONAF, 1999) y de 253.739 ha a comienzos de la década del 2010 (CONAF, 2011).

En base a lo anterior, es posible afirmar que la pérdida acelerada de superficie de *Araucaria araucana* no solo se habría detenido, sino que existirían evidencias de una



interesante recuperación de la especie, explicada por la dinámica de regeneración de las especies asociadas, que en ausencia de los grandes procesos de explotación que afectaron a *Araucaria* durante el siglo pasado, se expresan en forma natural.

Así, considerando las singulares características biológicas de *Araucaria araucana*, su gran valor ecológico, la connotación sociocultural que ella posee, la inexistencia de limitaciones biológicas serias para realizar un manejo sustentable, la coincidencia alcanzada por los investigadores respecto del método silvicultural recomendado y, de los positivos efectos que la moratoria impuesta por el Estado de Chile estaría provocando en la recuperación de la especie, surge la necesidad de realizar investigaciones que además de evaluar los efectos que la aplicación del método de regeneración: selección o cortas sucesivas sugerido pudieran generar en la dinámica estructura, composición y regeneración de los bosques de *Araucaria araucana*, evalúe los impactos en la diversidad y fragmentación de dichos bosques, en la perspectiva de contar en el futuro con criterios científicos que permitan desarrollar una estrategia de conservación y uso sustentable de la especie, para lo cual el presente estudio se plantean los siguientes interrogantes:

- ¿Existe un conocimiento científico suficiente sobre el estado de conservación, ecología, dinámica y regeneración de la especie?
- ¿Cuál ha sido la evolución de la cobertura de la especie en Chile durante las últimas décadas?
- ¿Se conocen los factores que explican los cambios de cobertura de la especie?
- ¿Se conocen y han probado a escala real las técnicas silviculturales recomendadas para *Araucaria araucana*?
- ¿Se conoce el estado actual de los bosques de *Araucaria araucana* y los efectos que las intervenciones realizadas han generado en su dinámica, estructura, diversidad y composición?
- ¿Se regeneran adecuadamente los bosques de *Araucaria araucana* intervenidos con el método de regeneración: selección o cortas selectivas?

Para dar respuesta a estas cuestiones en el presente estudio se han desarrollado los siguientes capítulos:

Capítulo 2. Autoecología y Estado de Conservación de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch.

Se efectuó una revisión del conocimiento acumulado en Chile sobre la autoecología y estado de conservación de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch, proporcionando dicha información un marco de referencia para el desarrollo posterior del trabajo.

Capítulo 3. Análisis del Cambio de Cobertura de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch durante el período 1961-2008 en un sector de la Región de la Araucanía de Chile.

Se analizó el cambio de cobertura en bosques de *Araucaria araucana* y las causas que explican los cambios producidos en el período comprendido entre los años 1961 y 2009.

Para ello se utilizaron fotografías aéreas 1:50.000 correspondientes al Proyecto Aero Fotogramétrico (OEA-BID) desarrollado en Chile durante el año 1961 e imágenes satelitales SPOT 5 de 3 bandas (RGB) correspondiente al año 2008.

Capítulo 4. Estructura, Riqueza y Diversidad en Bosques de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch localizados en la Región de La Araucanía, Chile.

Se determinó la incidencia de antiguos aprovechamientos en la dinámica, estructura, diversidad y riqueza de dichos bosques en base a los resultados de un inventario forestal realizado durante el año 2010 en bosques de *Araucaria araucana* ubicados en las comunas de Lonquimay y Curacautín en la Región de la Araucanía de Chile.

Capítulo 5. Efectos de la aplicación de cortas selectivas en bosques de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch ubicados en la Región de la Araucanía en Chile.

Se evaluaron los efectos que las intervenciones realizadas bajo la modalidad de cortas selectivas provocaron en la distribución diamétrica, existencias y regeneración de *Araucaria araucana*. A este fin se utilizó la información contenida en cinco planes de manejo aprobados por la Corporación Nacional Forestal durante los años 1989 y 1990 y los resultados de inventarios forestales realizados durante los años 2010 y 2011.

## Referencias

- BASCUR, F., BLANCO, S., CHIANG, A., CONTRERAS, M., FERNÁNDEZ, C., GILCHRIST, J., GONZÁLEZ, L., GUERRA, G., y M. RODRIGUEZ (1987). Diagnóstico del Área de Distribución del Tipo Forestal Araucaria. Informe Final. Dpto. de Manejo de Recursos Forestales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 50pp.
- CAAVIERES, A. (1987). Estudio de crecimiento de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en un bosque virgen de Araucaria-Lenga. Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal. Dpto. de Silvicultura, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 95pp.
- CARO, M. (1995). Producción y dispersión de semillas de *Araucaria araucana* en Lonquimay. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal, Facultad de Ciencias Agronómicas y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 55pp.
- CONAF (2011). Catastro de Uso del Suelo y Vegetación Período 1993 2007. Monitoreo y Actualización Región de la Araucanía. Santiago, Chile. 26pp.
- CONAF, CONAMA, BIRF (1999). Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe Nacional con Variables Ambientales. Proyecto CONAF/CONAMA/BIRF. Santiago, Chile. 87pp.
- DONOSO, C. (1981). Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. Documento de Trabajo N° 38. Investigación y Desarrollo Forestal (CONAF/PNUD/FAO). Publicación FAO. Chile. 82pp.
- DONOSO, C. (1993). Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Primera Edición. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 484pp.
- DONOSO, C. (2006). Las especies Arbóreas de los Bosques Templados de Chile y Argentina. Autoecología. En Marisa Cuneo (Ed). Chile, Valdivia. 678pp.
- DONOSO, C. y CABELLO, A. (1977). Antecedentes fenológicos y de germinación de especies leñosas chilenas. *Revista de la Facultad de Ciencias Forestales*, 1(2), 31-41.
- ENRIGTH, N., HILL, R., and T. VEBLEN (1995). The Southern Conifers. An Introduction. Chapter 1. In N. Enrighthand and R. Hill (Eds.). *Ecology of the Southern Conifers* (pp. 1-9). Australia, Melbourne University Press.
- GAJARDO, R. (1994). La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 165pp.
- GILMAN, E. y WATSON, D. (1993). *Araucaria araucana*. *Fact Sheet ST-81. Series of the Environment Horticulture Department*, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Science. University of Florida. 3pp
- HOFFMANN, A. (1991). Flora silvestre de Chile. Zona araucana. Segunda edición. Ediciones Fundación. 257pp.
- KERSHAW, A. and McLONE, M. (1995). The Quaternary History of The Southern Conifer. Chapter 3. In N. Enrighthand and R. Hill (Eds.). *Ecology of The Southern Conifers* (pp 30-63). Melbourne University. Australia.

- LARA, A., DONOSO, C., y J. ARAVENA (1996). La Conservación del Bosque Nativo de Chile: Problemas y Desafíos. En J. Armesto, C. Villagrán y M. Arroyo (Eds.). *Ecología de los Bosques Nativos de Chile* (pp 335-362). Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
- LUEBERT, F. y PLISCOFF, P. (2006). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. 316pp.
- MARTICORENA, C. y RODRÍGUEZ, R. (1995). Flora de Chile. Volumen I, *Pterydophyta-Gymnospermae*. Universidad de Concepción. Concepción, Chile. Editorial Aníbal Pinto. 352pp.
- MONTALDO, P. (1974). La Bio-ecología de *Araucaria araucana* (Mol.) Koch. Bol. *Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación de Venezuela*, 46(48), 3-55.
- MUJICA, R. (2001). Untersuchungen zur waldbauichen Behandlung von *Araucaria araucana* Wäldern in Südhile. Dr. Thesis, Technische Universität München, Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Landnutzung und Umwelt. 202pp.
- MUÑOZ, R. (1984). Análisis de la Productividad de Semillas de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en el Área de Lonquimay, IX Región. Tesis Universidad de Chile. Santiago, Chile. 140pp.
- RODRÍGUEZ, R., MATTHEI, O., y M. QUEZADA (1983). Flora arbórea de Chile. Concepción, Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. 408pp.
- SCHMIDT, H., TORAL, M., y P. BURGOS (1980). Aspectos de estructura y de regeneración natural para el manejo silvícola de los bosques de Araucaria-Lenga. In *Forestry problems of genus Araucaria* (pp. 159-166). IUFRO meeting held in Curitiba, Brazil.
- SERRA, M. (1987). Dendrología de Coníferas y otras Gimnospermas. Apuntes Docentes N° 2. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 264pp.
- SETOGUSHI, H., OSAWA, T., PINTAUD, J., JAFFRÉ, T., y J. VEILLON (1998). Phylogenetic Relationships within Araucaciae based on RCBL Gene Sequences. *American Journal of Botany*, 85(11), 1507-1516.
- VEBLEN, T., BURNS, B., and A. ROBERTUS (1996). Perturbaciones y Dinámica de Regeneración en Bosques Andinos del Sur de Chile y Argentina. Capítulo 9. In J. Armesto, C. Villagrán y M. Arroyo (Eds.). *Ecología de los Bosques Nativos de Chile* (169-197). Santiago, Chile. Editorial Universitaria.

## Capítulo 2

### Autoecología y Estado de Conservación de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch.

## 2. Taxonomía y descripción de la especie

### 2.1. Taxonomía

*Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch pertenece a la familia Araucariaceae (División Pinophyta, Clase: Coniferopsida, Orden: Coniferales que se originó en el Mesozoico en el hemisferio sur y logró en el período del Jurásico su máxima diversidad biológica y una distribución geográfica en ambos hemisferios del planeta González, A. 2001).

En el presente la familia está circunscrita al hemisferio sur, con distribución en América del Sur, Asia, Australia, Indonesia, Nueva Caledonia, Nueva Guinea, Nueva Zelanda y algunas islas del Pacífico Sur (Hill, 1995; Kershaw y McGlone, 1995; Setoguchi *et al.*, 1998). Posee tres géneros: *Agathis* compuesto por 20 especies, *Araucaria* con 19 especies y el género monotípico *Wollemia* (Enright, *et al.*, 1995; Setoguchi *et al.*, 1998).

El género *Araucaria* posee la mayor distribución de la familia en el hemisferio Sur, contando en Nueva Caledonia con 13 de las 19 especies que existen. De las especies actuales, el Pino Bunya (*Araucaria bidwilli*) tiene su origen en el período Jurásico y *Araucaria araucana* junto con el Pino Paraná (*Araucaria angustifolia*) son menos antiguos y se remontan al período del Terciario (Enright *et al.*, 1995; Setoguchi *et al.*, 1998).

El nombre científico de la especie tiene sus orígenes en los estudios del abate Ignacio Molina en 1782 (de ahí el origen del basiónimo), en los cuales se fundamenta una descripción más precisa que más tarde realiza K. Koch, en el año 1873. Los sinónimos de la especie son: *Abies araucana* (Molina) Poir., *Abies columbaria* Desf., *Araucaria araucana* sub sp. *conguillioensis* Silba; *Araucaria chilensis* Mirb.; *Araucaria dombeyi* A. Rich., *Araucaria imbricata* Pav., *Araucaria imbricata* var. *variegata* Gordon, *Columbea imbricata* (Pav.) Carrière, *Columbea imbricata* var. *densa* Carrière, *Columbea imbricata* var. *denudata* Carrière, *Columbea imbricata* var. *distans* Carrière, *Columbea imbricata* var. *latifolia* Carrière, *Columbea imbricata* var. *striata* Carrière, *Columbea imbricata* var. *variegata* (Gordon) Carrière, *Columbea quadrifaria* Salisb., *Dombeya araucana* (Molina) Rausch., *Dombeya chilensis* Lam. y *Pinus araucana* Molina.

Comúnmente se conoce por diferentes nombres vulgares: Araucaria, Araucaria espinuda, Araucaria de Chile, Araucaria imbricada, Monkey Puzzle, Pehuen, Pino, Pino de Neuquen, Piñón y Piñonero (Drake, 2004).

### 2.2 Descripción

Araucaria posee una raíz principal o pivotante y raíces secundarias paralelas a la superficie que pueden extenderse en un radio de hasta 20 metros. A menudo es posible observar renuevos desde la raíces o del tronco, lo que asegura la regeneración vegetativa de la especie. Su voluminoso sistema radicular contribuye a la estabilidad y al desarrollo en estaciones secas, en rocas y riscos de altura (Muñoz, 1984; Serra, 1987; Gilman y Watson, 1993; Caro, 1995; Mujica, 2001).

Araucaria presenta dos formas que diferencian sustancialmente la etapa juvenil de la adulta. Durante la etapa juvenil (Fig. 2.1 a), la copa es de aspecto piramidal, con un patrón de ramificación relativamente regular, con 3 a 7 ramas por verticilo, de disposición perpendicular al tronco, o bien ligeramente arqueadas hacia arriba, disponiéndose las ramas en verticilos, extendiéndose en forma horizontal, con los extremos doblados hacia arriba y cubriendo todo el tronco del individuo (Donoso, 1993). En la etapa adulta (Fig. 2.1 b), el árbol pierde las ramas inferiores, presentando una copa reducida en forma

aparasolada con las ramas dobladas hacia abajo, determinando ello que la copa se inicie a gran altura del fuste (Montaldo, 1974; Serra, 1987). El árbol adulto puede alcanzar hasta 50 m de altura, pero en general fluctúa entre los 25 a 30 m.



**Fuente:** CONAF, 2011.

**Figura 2.1** Formas de *Araucaria Araucana* en estado a) juvenil y b) adulto

Los ejemplares jóvenes de *Araucaria araucana* poseen una corteza muy irregular, agrietada y de color oscuro. (Fig. 2.2 a). En la edad adulta (Fig. 2.2 b), la corteza se presenta en forma de placas poligonales que se conocen con el nombre de “choros”, cuyo espesor puede llegar a medir 14 cm y constituir el 25% el volumen del tronco, los cuales protegen el árbol de la radiación solar e incendios (Díaz-Vaz, 1984; Rodríguez *et al.*, 1983; Hoffmann, 1991; Marticorena y Rodríguez, 1995; Donoso, 1997). A esa edad la corteza es agrietada, suberosa y gruesa, (Rodríguez *et al.*, 1983;). Esta característica le permite a la especie sobrevivir de mejor forma a los incendios provocados por erupciones volcánicas (Burns, 1991).



**Fuente:** Enciclopedia de la Flora Chilena, ChileBosques

**Figura 2.2** Corteza de *Araucaria araucana* en estado a) juvenil y b) adulto.

Los individuos son generalmente dioicos, es decir, presentan las estructuras reproductivas masculinas y femeninas en árboles separados, pero ocasionalmente se presentan individuos hermafroditas o monoicos. En la zona de Lonquimay sólo un 33% de los individuos de una población natural participan en el proceso reproductivo, de los cuales el 43% son árboles femeninos, el 56% son masculinos y sólo el 1% son hermafroditas (Muñoz, 1984).

El cono masculino o amento (Fig. 2.3 a) es erecto y se encuentra dispuesto en racimos, ovoide esféricos, de color amarillo anaranjado en la madurez y alcanza 15 cm de largo y 8 de ancho.

El cono femenino (Fig. 2.3 b) es terminal, erecto y solitario, esférico, de color marrón en la madurez, con un diámetro promedio de 20 cm.

El número de semillas por cono en la zona de Lonquimay fluctúa de 100 a 200, encontrándose valores promedios entre 92 y 121 semillas (Muñoz, 1984; Serra, 1987; Caro, 1995).

Las semillas (Fig. 2.3 c) son oblongas, cuneiformes de color castaño claro, de aproximadamente 4 a 4,5 cm de largo, cuyo peso fluctúa entre 3,5 a 3,8 g. La dispersión se produce por gravedad, en un radio de hasta 14 m en torno al árbol madre.



**Fuente:** Chile Bosques, enciclopedia de la Flora Chilena

**Figura 2.3** a) Cono masculino, b) conos femenino y c) semilla de *Araucaria araucana*

La madera de *Araucaria araucana* es de excelente calidad, de color blanco amarillento con suaves vetas castañas lustrosas (Fig. 2.4), semipesada y de gran resistencia mecánica. *Araucaria* no presenta una marcada diferencia entre la albura y el duramen, aunque este último es más coloreado, posee anillos de crecimientos de sinuosos, delgados, moderadamente visibles, densos, y aunque estos son notorios, no están bien delimitados por presentar una transición suave desde la madera tardía a la temprana del anillo siguiente. El veteado presenta pequeños nudos, apreciándose en cortes tangenciales con manchas elípticas lo que da un aspecto levemente jaspeado (Díaz-Vaz, 1984).

Vales M.A. *et al.* (2000), indican que la especie posee una madera de color blanco amarillenta que con la luz pasa a amarillo suavemente rosado; su dureza es blanda a semiblanda, con grano fino a muy fino; duramen y albura sólo diferenciables por un ligero oscurecimiento del primero; anillos de crecimiento no distinguibles a simple vista, y solo visibles en corte transversal al microscopio; de anchura bastante regular y muy pequeña, en ocasiones la madera de otoño es más ancha que la de primavera; su peso específico oscila entre 0,55 a 0,60 g/cm<sup>3</sup> y hay especies cuyas maderas poseen características



macroscópicas parecidas a *Araucaria araucana*, entre las que se cuentan *Araucaria angustifolia*, *Araucaria cunninghamii*, *Agathis australis*, *Agathis lanceolata*, *Agathis microstachya*, *Agathis obtusa* y *Agathis vitiensis*.

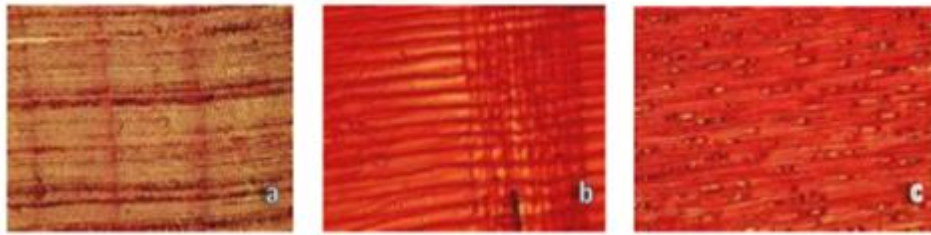
La madera seca de *Araucaria araucana* es dimensionalmente estable y posee una resistencia moderada al ataque de hongos, presentando buena durabilidad natural, fácil de trabajar, de pulir, no presenta dificultades al secado, se pinta, barniza y encola sin problemas. La madera de *Araucaria* ha tenido distintos usos, entre los que se pueden señalar la construcción de viviendas donde se usa para pisos, revestimientos, techos, pilares, ventanas y escaleras, aunque su falta de resistencia no la hace aconsejable para tabloneros de andamiajes, ni para laterales de escaleras; la carpintería donde se usa para embalajes, cajones, envases, muebles, tornería, traviesas, postes de telégrafos, pilotes, puntales y en la industria, donde es usada para la fabricación de pulpa, tableros, chapas y cartón de excelente calidad. (Tortorelli, 1956; Rodríguez *et al.*, 1983; Díaz – Vaz, 1984; Díaz-Vaz *et al.*, 1989; Vales *et al.*, 2000).



**Fuente:** Maderas Nahuel, 2012.

**Figura 2.4** Madera de *Araucaria araucana*.

Vales, M.A. *et al.* (2000) al referirse a las características microscópicas de la madera de *Araucaria araucana* en un trabajo sobre especies incluidas en CITES (Fig. 2.5), reportan que la especie posee una madera no porosa; ausencia de canales resiníferos; anillos de crecimiento no distinguibles; en sección transversal se observan 2 filas de traqueidas de paredes engrosadas y comprimidas en dirección radial, al final del leño tardío; traqueidas distribuidas radialmente en sección transversal, evidencian la presencia de espacios intercelulares o meatos. Sus caras tangenciales, presentan de una a dos filas de punteaduras areoladas, de formas poligonales, dispuestas alternadamente; largo de la traqueidas 5 800- 7 400- 9 000  $\mu\text{m}$ , diámetro 10  $\mu\text{m}$ ; parénquima axial ausente y radios leñosos homogéneos, uniseriados con 1-8 células de altura, en promedio 6. Paredes horizontales de las células radiales finas, lisas y sin punteaduras. Punteaduras en los campos de cruce de tipo cupresoide, promediando de 4 a 6 por campo, siendo ello coincidente con lo indicado por Díaz–Vaz (1984), en cuanto a que las traqueidas son de sección hexagonal con diámetros entre las 11 a las 24 micras y un largo que varía entre 0,8 a 5,5 mm, siendo su valor promedio de 3,1 mm. Los radios leñosos son uniseriados y homogéneos, presentando alrededor de 7 radios por milímetro. El parénquima longitudinal está ausente.



**Fuente:** Vales *et al* (2000)

**Figura 2.5** Cortes a) transversal, b) radial y c) tangencial de madera de *Araucaria araucana*

La especie tiene además una gran importancia etnobotánica, ya que por el alto contenido de hidratos de carbono de sus semillas o "piñones" ha constituido una importante fuente de alimentación para los pueblos Pehuenches que habitan la alta cordillera donde existen bosques de Araucarias. También se atribuyen propiedades medicinales a su resina y corteza para curar úlceras de piel (Baeza y Llana, 1942; Tortorelli, 1956; Donoso, 1998; Hoffmann, 1991).

### 2.2.1 Follaje

Las ramas de aspecto cilíndrico (Fig. 2.6 b), se hallan densamente cubiertas de hojas muy imbricadas se encuentran regularmente verticiladas, cilíndricas, horizontales, o ligeramente arqueadas, siendo más largas las inferiores que se desprenden a medida que se vuelven adultas, naciendo tres a siete ganchos que crecen casi perpendicularmente al fuste. En estados juveniles tiene los extremos de las ramas dirigidos hacia arriba, siendo las más viejas colgantes y la cantidad de verticilos está relacionada con la exposición a la luz (Montaldo, 1951; Rodríguez *et al.*, 1983; Lusk y Le-Quesne, 2000).

Las hojas (Fig. 2.6 a) se disponen de manera helicoidal o espiralada, cubriendo totalmente el tallo, son perennes, sésiles, rígidas, coriáceas, lanceoladas, provistas de un mucrón terminal y una base ancha, poseen tamaño que varía entre los 3 a 4 cm de largo, por 1,5 a 2 cm de ancho. Su color es verde oscuro, lustroso, presentando estomas en ambas caras (Hoffmann, 1991; Marticorena y Rodríguez, 1995; Donoso, 1997, González *al.*, 2006).



**Fuente:** Enciclopedia de la Flora Chilena

**Figura 2.6** a) Hojas y b) ramas de *Araucaria araucana*

## 2.3 Superficie y distribución

### 2.3.1 Superficie

Según los resultados proporcionados por un estudio sobre la distribución de *Araucaria araucana* (Bascur *et al.*, 1987), a finales de la década de los ochenta, en Chile existía una superficie aproximada de 300.317 ha del tipo forestal *Araucaria*, con una extensión de 286.037 ha en la Cordillera de los Andes, y de 14.280 ha en la Cordillera de la Costa.

Al comienzo de la presente década (Tabla 2.1) el Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile mostró que el 22% de la superficie continental del país (16.676.875 ha) estaba cubierta por bosques, de los cuales el 81,6% (13.559.610 ha) correspondían a bosques nativos, el 17,2% (2.872.007 ha) a plantaciones forestales y el 0,7% (123.756 ha) a bosques mixtos (CONAF, 2011), especificando que del total de bosques naturales, 253.739 ha (1,9%) pertenecen al tipo forestal *Araucaria*, entendiéndose por este tipo forestal a todas las formaciones que tienen una superficie mínima de 6,2 ha y una cobertura de copa de al menos 10 % de *Araucaria araucana*, respecto de la cobertura total de la formación vegetal en dicha superficie.

**Tabla 2.1** Superficie de bosques en Chile.

Tipo de bosque	Superficie (ha)
<b>BOSQUE NATIVO</b>	13.599.610
Bosque adulto	5.912.235
Renoval	3.808.769
Bosque adulto – renoval	892.822
Bosque achaparrado	2.985.784
Subtotal	13.430.602
<b>PLANTACIÓN FORESTAL</b>	2.872.007
<b>BOSQUE MIXTO</b>	123.756
Subuso Protección	81.502
<b>TOTAL</b>	<b>16.676.875</b>

*Fuente:* CONAF, 2011.

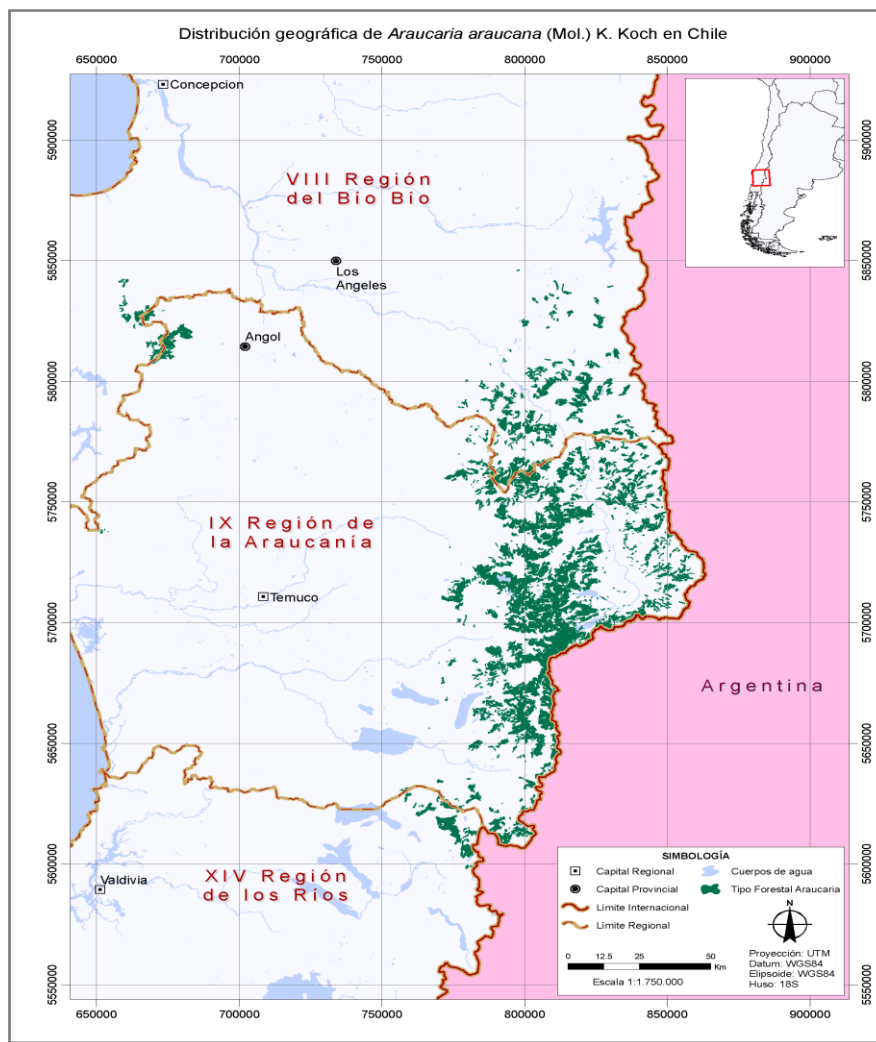
### 2.3.2 Distribución

*Araucaria* se distribuye en Argentina y Chile, ocupando en este último país dos áreas discontinuas. En Chile la especie se distribuye en la Cordillera de los Andes y en la Cordillera de Nahuelbuta (Fig. 2.7).

En la Cordillera de Los Andes, se ubica entre los 37°30' y 40°03' latitud sur, cerca de la Laguna del Laja y el Volcán Antuco hasta las cercanías del Lago Lolog por la vertiente oriental Argentina de la Cordillera, y entre los 900 a 1.800 metros de altitud (Montaldo, 1974; Veblen, 1982; Rodríguez *et al.*, 1983; Veblen *et al.*, 1995; Donoso, 1993).

En la Cordillera de la Costa los bosques de *Araucaria* se encuentran en la Cordillera de Nahuelbuta VIII Región en dos sectores; el primero se ubica entre Antihuala y Angol, entre los 37°40' y los 37°50' de latitud sur; el segundo corresponde al sector denominado La Cabaña, en los 38°30' de latitud sur.

La distribución altitudinal va desde los 600 hasta los 1.400 m.s.n.m. Como se aprecia en la Figura 2.7, en la Cordillera de los Andes, el Tipo Forestal Araucaria se extiende del sur de la Región del Bío – Bío, hasta el norte de la Región de Los Ríos, concentrando en la Región de La Araucanía el 80,5% de la superficie total de dichos bosques. En cambio, en la Cordillera de la Costa los bosques de Araucaria se concentran en la zona limítrofe de las regiones del Bío – Bío y de la Araucanía (CONAF, 2011).



Fuente: CONAF (2009)

Figura 2.7 Distribución geográfica de *Araucaria araucana* en Chile

En Argentina, a similar altitud, los bosques de Araucaria se extienden en el piedemonte cordillerano desde el Cajón de Trolopes hasta el sur del lago Nahuelhuapi entre los 37°30'Y 40°20' latitud sur (Burns, 1991; Hartwig, 1997). Generalmente en Argentina la especie se presenta formando bosques mixtos, a menudo en pequeñas manchas dentro de una matriz compuesta por otras especies, principalmente del género *Nothofagus* (Rechene, 1996 citado por Muñoz, 2000).

## 2.4 Condiciones de hábitat

### 2.4.1 Clima

En su área de distribución *Araucaria araucana* se encuentra asociada a climas templado cálidos con cuatro meses secos y fuerte influencia mediterránea, el cual predomina en el sector costero y en los bosques de baja y media altitud del sector andino; clima de hielo por efecto de altura, que se manifiesta principalmente en la cumbre de la Cordillera de los Andes y por último, al clima seco de estepa que se ubica en el lado oriente, muy cercano al límite con Argentina (Fuenzalida, 1965; Peralta, 1980; Donoso, 1993).

En cuanto a la precipitación, en las faldas occidentales de la Cordillera de los Andes y en la Cordillera de Nahuelbuta las cantidades de precipitación varían entre los 2.000 y 3.500 mm anuales. Al ascender en altura las precipitaciones del tipo nivoso se vuelven más importantes que las del tipo pluvial (Almeyda y Sáez, 1958; Montaldo, 1974).

En el sector andino, debido a las variaciones orográficas se presentan fuertes oscilaciones térmicas diarias entre invierno y verano, siendo las temperaturas mínimas absolutas inferiores a 0°C durante todos los meses del año, mientras que las máximas absolutas superan los 30°C, durante los meses de verano. Las temperaturas medias mensuales son relativamente moderadas variando entre los - 10°C y los 15 °C. En Nahuelbuta el rango de temperatura media fluctúa desde -1°C en invierno hasta los 9°C en verano (Montaldo, 1974; Fuenzalida, 1965; Peralta, 1980).

### 2.4.2 Geomorfología y suelos

En la Cordillera de Los Andes, la génesis del paisaje está marcada por el volcanismo, donde los materiales volcánicos se depositan abruptamente sobre las rocas fundamentales, las cuales están constituidas por granodioritas y volcanitas andesítico basálticas, cubiertas por mantos de cenizas y materiales más groseros de escorias y piedra pómez. Sin embargo, esta acción no ha enmascarado el relieve de las masas rocosas, por lo que gran parte de la fisiografía del lugar ha sido configurada por el relieve escarpado del sustrato rocoso, siendo la mayoría de los valles modelados por la acción de los glaciales (Peralta, 1980).

En general, los suelos son de desarrollo incipiente sin horizontes genéticos claros, salvo un horizonte mineral y en áreas no intervenidas en las cuales existe un horizonte orgánico de hasta 2 cm de grosor. Son suelos muy estratificados, sin desarrollo de fuertes estructuras, salvo la granular superficial que siempre es débil. La textura de todos los suelos y de sus horizontes cae en la categoría de extremadamente sueltas, desde franco-arenosa hasta arenosa. Al no existir una cobertura apropiada, el viento y especialmente la lluvia producen una fuerte erosión de manto (Peralta, 1980).

Por el contrario, en la Cordillera de Nahuelbuta los suelos se desarrollan *in situ* sobre material residual de dos tipos: granodiorita y material metamórfico tipo micaesquisto, siendo suelos más orgánicos, con capas de humus más profundas que los de la Cordillera de los Andes, lo cual permite el desarrollo de una vegetación más densa y abundante (Peralta, 1980; Montaldo, 1974; Donoso, 1993).

## 2.5 Autoecología de regeneración de la especie

### 2.5.1 Floración, fructificación y dispersión

*Araucaria* es una especie dioica y ocasionalmente monoica. Las flores masculinas (Fig. 2.8 b) son conos amentiformes cilíndricos, con ubicación terminal en las ramas. Son de color castaño oscuro, de 8 a 12 cm de largo y 4 a 5 cm de diámetro, con numerosas escamas punzantes, espiraladas, densamente imbricadas que al abrirse liberan abundante polen que terminan en un apéndice aplanado. Los amentos masculinos aparecen entre agosto y septiembre (Marticorena y Rodríguez, 1995; Rodríguez *et al.*, 1983). Las flores femeninas (Fig. 2.8 a) son conos esféricos de color verde, de unos 15 a 20 cm de diámetro, compuestos por numerosas escamas coriáceas y punzantes. Estos conos femeninos se localizan en los extremos de las ramas nuevas y comienzan a desarrollarse hacia finales de noviembre (Marticorena, y Rodríguez, 1995; Rodríguez *et al.*, 1983).



*Fuente:* Chile bosque

**Figura 2.8** a) Flores femeninas y b) flores masculinas de *Araucaria araucana*.

En condiciones naturales, sólo los árboles del estrato dominante participan en la reproducción (Caro, 1995).

La floración ocurre a fines de agosto y durante septiembre dependiendo de factores climáticos y topográficos. La polinización se realiza por el viento cuando el aire está bastante seco; la gran cantidad de polen disponible es arrastrado en compactas nubes por el viento desde los amentos masculinos hasta los femeninos a fines de primavera o principios de verano (Urban, 1934; Tortorelli, 1942; Montaldo, 1974).

La polinización es anemófila, efectuándose entre diciembre y enero. Luego de la fertilización, que ocurre en enero, el cono se lignifica y endurece, para luego abrirse y diseminar las semillas 16 a 18 meses después. La maduración de los conos femeninos tarda dos años, pudiendo existir conos de 1 a 2 años en el período de maduración (Tortorelli, 1942; Muñoz, 1984; Donoso, 1993; Marticorena y Rodríguez, 1995; Mujica, 2001; González *et al.*, 2006).

El cono femenino (Fig. 2.9 b) es redondo, algo achatado, alcanza una longitud de hasta 17 cm y está ubicado generalmente solo en las ramas laterales. Es de color verde cuando no está maduro, de color marrón y lignificado en la madurez. Los conos masculinos (Fig. 2.9 a) forman círculos de 4 o 5 unidades alrededor del brote final, tienen una longitud de 8 a 12 cm y un ancho de 4 a 6 cm (Montaldo, 1974; Rodríguez *et al.*, 1983; Mujica, 2001).



**Fuente:** Enciclopedia de la Flora Chilena.

**Figura 2.9** a) Conos masculinos y b) conos femeninos de *Araucaria araucana*.

Diversos autores indican que cada cono libera entre 120 y 200 semillas comúnmente llamadas "piñones" (Donoso, 1998; Gilman y Watson, 1993; Donoso y Cabello, 1977), que tienen un tamaño de 4 a 5 cm de largo por 1,5 cm de ancho, de forma oblonga a cuneiforme, algo comprimidas, de color siena, carecen de alas y presentan un ligero apéndice apical (Fig. 2.10). Se trata de una semilla pesada, 200 a 300 unidades por kilogramo, teniendo en promedio un peso de 3,8 g (Caro, 1995; Donoso y Cabello, 1977; Marticorena y Rodríguez, 1995).



**Fuente:** Chile Bosques (2012)

**Figura 2.10** Semillas (piñones) de *Araucaria araucana*.

De acuerdo a lo informado por diversos autores, debido al tamaño, peso y carencia de alas, en la diseminación natural de las semillas interviene principalmente la gravedad, debido a ello, la mayor parte de las semillas se concentran en el área directa bajo la copa de los árboles femeninos, con una distancia máxima de dispersión de 11 a 15 m del fuste (Caro, 1995; Muñoz, 1984). Entre los agentes dispersores se cuentan aves como los loros *Enicognathus leptorhynchus* y *Microsittase ferruginea* y algunas especies de roedores como *Pillotes darwinii*, los cuales contribuyen a dispersar las semillas al transportarlas hacia áreas alejadas del árbol madre (Donoso, 1993; Finckh y Paulsch, 1995).

Burns (1991) señala que la dispersión de semillas de *Araucaria araucana* es afectada por la baja capacidad de competencia en su estado juvenil, superando en esa etapa sólo a especies como *Chusquea coleu*, *Nothofagus pumilio* y *Nothofagus dombeyi*.

Donoso (1993), indica que la madurez reproductiva de la especie ocurre aproximadamente a los 25 años, observándose que el máximo de formación de semillas y de floración ocurre con posterioridad a los 40 años. Su capacidad de germinación viene determinada por las condiciones ambientales, y se incrementa cuando se produce una estratificación en frío (Veblen, 1982 y Donoso, 1993).

### 2.5.2 Cosecha y germinación de semillas

Benítez (2005), indica que la cosecha de semillas se realiza en los meses otoñales de marzo y abril, siendo colectada desde el suelo. En algunos casos nos informa el autor que avezados colectores trepan a los árboles para desgranar las semillas de los conos. Señala un número estimado de semillas de 100 a 300 por kilogramo y que éstas pierden rápidamente su viabilidad por deshidratación, razón por la cual es conveniente almacenarlas en frío. Algunos tratamientos llevados a cabo recomiendan almacenar las semillas en bolsas plásticas a 4°C con lo cual se logra una capacidad germinativa de alrededor de 60% al cabo de 150 días.

La siembra se efectúa normalmente durante el periodo otoñal, inmediatamente después de la colecta, emulando así las condiciones naturales de estratificación que se experimentan durante el invierno. La especie presenta germinación hipogea y el proceso, desde la aparición de la radícula hasta la liberación de los cotiledones, fluctúa entre 15 y 20 días (Urrutia, 1986).



Fuente: Patagonia Plants (2009).

**Figura 2.11** Producción de plántulas de *Araucaria araucana* en vivero.

### 2.5.3 Crecimiento en plantaciones

En relación al crecimiento de plantaciones de *Araucaria* (Donoso, 2006) informa que la existencia de antecedentes documentados son escasos y anecdóticos, datan de la mitad del siglo pasado, y los resultados observados son heterogéneos, probablemente producto de las condiciones del sitio y del tipo de material utilizado. Las evaluaciones de un programa de restauración ecológica realizadas en el año 2005, que incluyó el establecimiento de plantaciones con esta especie, mostró que la supervivencia osciló entre 75% y 92% en las parcelas permanentes establecidas el año 2003, con un incremento en altura de 2 a 3,5 cm en el primer año de plantación.



Se reporta sobre la existencia de un programa de forestación realizado por la Corporación Nacional Forestal de Chile en la Región de la Araucanía que data del año 2003, en el cual se plantaron más de 150 ha con *Araucaria araucana* en la Reserva Nacional Malleco y otros predios particulares, obteniendo una supervivencia de más de 80%. Otras plantaciones realizadas durante los años 2004 y 2005 en predios ubicados en la provincia de Neuquen obtuvieron diferentes resultados de supervivencia que oscilaron entre 67% y 94% dependiendo de las diferentes condiciones de sitio y técnicas de plantación.

Respecto a las plantaciones realizadas fuera del área de distribución natural de la especie, la primera de ellas fue realizada a 113 km del límite norte del área de distribución natural en Argentina, específicamente en el sector denominado "El Manzano Amargo", ubicado al norte de Neuquen, (36° 44' S, 70° 46' O), donde existe una precipitación media anual de 770 mm. En esta zona se plantaron 850 ejemplares de *Araucaria araucana* bajo una plantación de pinos alcanzando una supervivencia del 70%.

El segundo ensayo se encuentra en la Provincia del Chubut, en el área de Trevelin (43° 06' S, 71° 32' O) con una precipitación media anual de 1.030 mm, distante a unos 380 km del límite sur de la distribución en Argentina. La plantación realizada en dicho lugar, caracterizado por vegetación arbustiva nativa y exótica obtuvo una supervivencia promedio del 93%.

Además existen antecedentes sobre plantaciones realizadas en las Regiones de la Araucanía, Los Lagos y de Aysén en Chile, las cuales alcanzarían en conjunto una superficie de 256 ha y presentarían una supervivencia superior al 75% (CONAF, datos no publicados).

#### 2.5.4 Micropropagación

Según Zanette *et al.*, (1987) y Maene y Debergh, (1988), la micropropagación en el género *Araucaria*, es un tema relativamente poco abordado, aunque existen experiencias en Brasil con *Araucaria angustifolia* e informes de diversos autores que han realizado trabajos con especies de este género cultivando distintos tipos de explantos en condiciones ambientales variadas y bajo diversos tratamientos hormonales.

Indican los autores que estudios sobre micropropagación de *Araucaria araucana*, realizados con explantos de tallos, hojas y megagametofitos en medio basal de Murashige y Skoog (MS) suplementado con distintos tipos y concentraciones de hormonas, originaron callos no subcultivables a partir de hojas, callos que podían ser subcultivados a partir de tallos y callos a partir del megagametofito. Se concluyó, que aunque se logró generar callos de los explantos, la micropropagación en *Araucaria araucana* aún no era posible.

Estudios realizados por Goycolea (1984), en los cuales indujo callos a partir de cotiledones e hipocotilos de embriones de *Araucaria araucana* en medio Gresshoff y Doy, modificado utilizando ácido 2,4-dichlorofenoxiacético (2,4-D) y kinetina, muestran que tanto los hipocotilos como los cotiledones, respondieron a la formación de callos, siendo el (2,4-D) el componente esencial para este fin.

Diversos autores indican que a la fecha de sus publicaciones existían trabajos con *Araucaria araucana*, pero ninguna describía un método eficaz para lograr el crecimiento y desarrollo completo de dicha especie mediante cultivo *in vitro* (Beniest y Debergh, 1976, citados por Maene y Debergh, 1988; Goycolea, 1984 y Zanette *et al.*, (1987).

Posteriormente Jerez (2000), afirma que resulta posible propagar *Araucaria araucana*, a partir del cultivo *in vitro* de embriones maduros. Los mejores resultados de germinación se obtienen utilizando MS con los macronutrientes reducidos a un 25% de su concentración original, lo cual acorta el período de germinación, siendo la contaminación fúngica el principal problema en la etapa de germinación de los embriones.

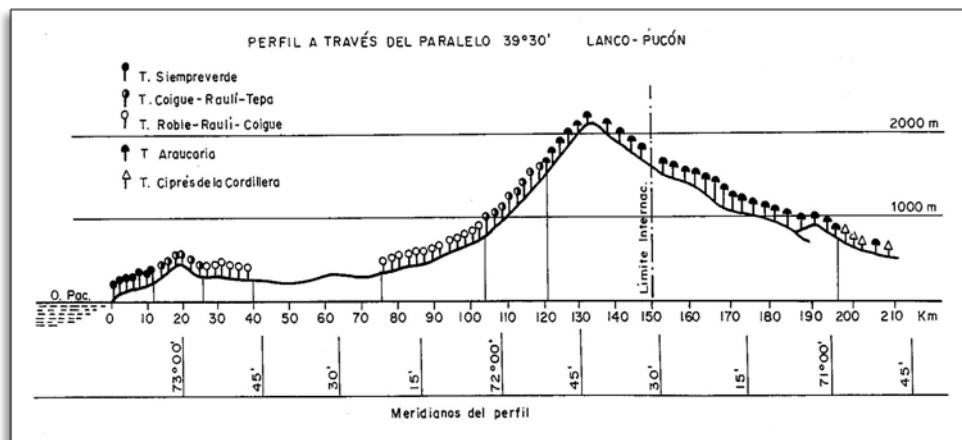
### 2.5.5 Aspectos ecológicos

*Araucaria* crece en la Cordillera de Los Andes en un rango de altitud que oscila en forma frecuente desde los 900 m.s.n.m. hasta el límite altitudinal arbóreo ubicado entre los 1.700 y 1.800 m.s.n.m. En la parte inferior de este gradiente *Araucaria* crece asociada con roble (*Nothofagus obliqua*) y en menor proporción con raulí (*Nothofagus alpina*). Sobre los 1.000 m.s.n.m. se asocia, dependiendo de las condiciones ambientales existentes, con Coigüe (*Nothofagus dombeyi*), Ñirre (*Nothofagus antarctica*), y Lenga (*Nothofagus pumilio*) (Fig. 2.12). También es posible encontrarla en ambientes áridos asociada al Ciprés de la Cordillera, o bien, conformado bosques puros (Montaldo, 1974; Burns, 1991; Donoso, 1993 y Veblen *et al* 1995/ 1996).

En la Cordillera de la Costa *Araucaria* crece preferentemente entre los 800 y 1.400 m.s.n.m. No obstante, la población disjunta del límite sur en esta cordillera crece de forma excepcional a unos 600 m.s.n.m.

Hay singularidades, respecto de las formaciones en la Cordillera de Los Andes en sitios más méxicos como son las quebradas, que están constituidas por bosques de Laurel, (*Laurelia sempervirens*), Mañío hembra (*Saxegothea conspicua*), Tineo (*Weinmannia trichosperma*), Ulmo (*Eucryphia cordifolia*) y Canelo (*Drimys winteri*), (Montaldo, 1974; Donoso, 1993; Veblen *et al.*, 1995, 1996; Cortés y Lara, 2000).

*Araucaria* es una especie dioica y excepcionalmente monoica. Varios autores señalan que en la Región de la Araucanía, específicamente en el sector de Lonquimay, existe una porción equivalente de árboles machos y hembras, pero que su distribución espacial no es homogénea (Baeza y Llaña, 1942; Montaldo, 1974; Muñoz, 1984; Rodríguez *et al.*, 1983). El proceso de polinización es anemófilo y los gránulos de polen alcanzan desde el árbol padre una distancia máxima de polinización de 5 km (Heusser *et al.*, 1988).



Fuente: Donoso (1993).

**Figura 2.12** Perfil transversal de la distribución de *Araucaria araucana* y otros tipos forestales.

*Araucaria* se reproduce en forma sexual por semillas. Su medio de dispersión predominante es por gravedad, alcanzando un radio de diseminación de 2 a 15 m desde el árbol madre, siendo 7 m aproximadamente la distancia promedio más frecuente (Muñoz, 1984).

La forma de dispersión de las semillas a mayores distancias es frecuentemente por zoocoria, y es realizada por especies como roedores y aves (Baeza y Llaña, 1942; Montaldo, 1974; Muñoz, 1984) y también por el hombre (Veblen, 1982; Aagensen, 1988).

Las semillas son fuertemente consumidas por vacunos, cerdos, ovinos, cabras y poblaciones humanas (Tortorelli, 1942 y Hueck, 1952, citados por Veblen *et al.*, 1995 y Aagensen, 1998).

De forma asexual se reproduce por medio de brotes vegetativos de raíz (Schilling y Donoso, 1976; Veblen, 1982; Donoso, 1993, Veblen *et al.*, 1995). También es posible que *Araucaria* desarrolle tallos epicórnicos de yemas axilares basales, en árboles afectados por incendios o en tocones remanentes de explotaciones (Schilling y Donoso, 1976; Veblen, 1982; Burns, 1993; Cortés y Lara, 2000). Este fenómeno se da con frecuencia en la Cordillera de la Costa y es escaso en la Cordillera de Los Andes (Montaldo, 1974; Burrows, 1987; Veblen, 1982; Burns, 1993; Veblen *et al.*, 1995; Cortés y Lara, 2000).

La dinámica de los bosques mixtos de *Araucaria* y *Lenga* en Chile fue interpretada como un modelo predecible (modelo clemetsiano), que atribuye a fenómenos autogenéticos la persistencia de *Araucaria* en el tiempo (Donoso, 1993; Schmidt, 1977 y Schmidt *et al.*, 1980).

Veblen (1982) propone para los bosques de características similares un modelo cinético, es decir, la capacidad de predecir los cambios estructurales de estos bosques es menor debido a la frecuente ocurrencia de disturbios alogénicos (incendios, desplazamientos, volcanismo y viento) que favorecen la persistencia de *Araucaria*. Un modelo similar para bosques de *Araucaria* ha sido propuesto en Argentina (Burns, 1991).

*Araucaria* posee atributos vitales que favorecen su coexistencia y persistencia con relación a las especies con las cuales crece asociada y que poseen mejores características competitivas. Destacan la capacidad de reproducirse en forma vegetativa con posterioridad a la ocurrencia de disturbios, la gruesa corteza de los fustes de sus árboles adultos que le permiten soportar las altas temperaturas producidas en los incendios y la plasticidad de la tolerancia en las etapas juveniles (Montaldo, 1974; Schilling y Donoso, 1976; Veblen, 1982; Burns, 1991).

Schmidt (1977), indica que *Araucaria araucana* se encuentra generalmente formando bosques con diferentes estructuras o distribuciones diamétricas que corresponden a fases dentro de un esquema de regeneración controlado autogénicamente (Fig. 2.13), las plántulas de *Araucaria araucana* tienden a crecer cerca del árbol madre debido a su escasa dispersión, de esta manera, suprimidos bajo su propio dosel, pueden sobrevivir cientos de años. Así cuando se presenta cualquier alteración alogénica la especie puede pasar al dosel superior. Sin embargo un desarrollo exitoso hacia doseles superiores requiere la formación de claros producidos por la muerte de uno o más árboles viejos. Señala además, que en algunos sectores de Argentina donde *Araucaria* se encuentra formando bosques puros, la regeneración sería dependiente de la presencia de fuego.



*Fuente:* CONAF, 2011.

**Figura 2.13** Bosques de *Araucaria araucana*.

Muñoz (1984), Donoso (1993) y Caro (1995), afirman que el proceso de regeneración está fuertemente sujeto al azar y no puede ser predicho en forma precisa como un fenómeno cíclico, porque las alteraciones alogénicas son impredecibles y la disponibilidad de semillas que puedan producir plantas de ambos sexos y acceder al sitio, dependerá de los fenómenos de floración y producción de semillas.

Indican además que dentro de un rodal los árboles que se ubican en el dosel superior son los que producen la mayor cantidad de semillas, su producción está condicionada por el espaciamiento o área disponible para el crecimiento del árbol, ya que ello influye en el aprovechamiento de los distintos factores ambientales. Una fuerte reducción del área basal produce un significativo aumento en el número de árboles productores de semillas que en su mayoría poseen diámetros menores a 50 cm.

Como especie acompañante, específicamente de Lenga, la regeneración de *Araucaria* ocurre discontinuamente bajo el dosel con la apertura de claros. En esas condiciones, las especies acompañantes aprovechan todas las oportunidades de regeneración después de una perturbación (Burns, 1991).

En el estudio sobre la regeneración natural de *Araucaria araucana* realizado en el Parque Nacional Nahuelbuta, se concluye que la especie posee habilidad para regenerar en cualquier tipo de combinación con las especies del género *Nothofagus* como respuesta a perturbaciones de distinta escala, que van desde la apertura de dosel causadas por caída de uno o varios árboles, hasta incendios y deslizamientos de tierra. El patrón espacial que exhibe la regeneración natural de *Araucaria araucana* estaría relacionado con la presencia de árboles adultos de sexo femenino y la presencia de especies del género *Chusquea* dificultan su germinación (Divasto, 2003).

León y Villarroel (2004), indican que la ocurrencia de incendios forestales favorece el establecimiento y desarrollo de la regeneración de *Araucaria araucana* sobre otras especies arbóreas. Burns, (1993) y González *et al.*, (2006), afirman que las características autoecológicas que le permiten resistir incendios de baja y mediana intensidad, son su gruesa corteza que puede llegar a 20 cm de espesor en individuos adultos, sus rebrotes vegetativos, su follaje grueso y la configuración de sus conos femeninos capaces de proteger del fuego a las semillas.

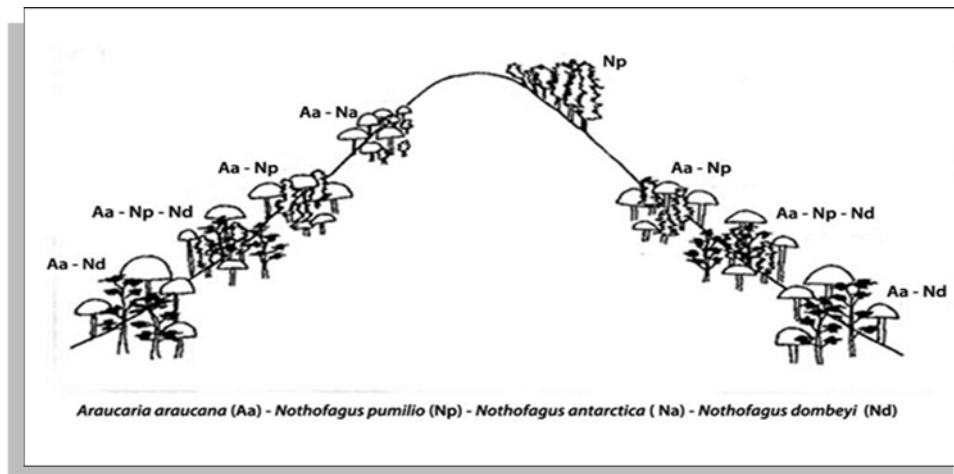
## 2.5.6 Flora y Fauna asociada

### Asociaciones vegetales

En la Cordillera de la Costa, en la zona de Nahuelbuta, *Araucaria* forma bosques abiertos en el límite inferior, mezclándose con Raulí (*Nothofagus alpina*) y Roble (*Nothofagus obliqua*), especialmente en la vertiente occidental. En otros sectores de la Cordillera de la Costa se asocia a especies típicas del bosque siempreverde como Tineo (*Weinmannia trichosperma*) y Laurel (*Laurelia sempervirens*). Además, en casi toda su distribución altitudinal se encuentra unida a Coihue (*Nothofagus dombeyi*). A mayor altitud se asocia con Lenga (*Nothofagus pumilio*) y Ñirre (*Nothofagus antarctica*), con este último también se mezcla en los bolsones de frío (Donoso, 1993 y Montaldo, 1974).

En la Cordillera de los Andes *Araucaria* se asocia principalmente con Coihue y Lenga y en algunos sectores se mezcla con Roble de altura. En el límite de la vegetación arbórea se asocia generalmente con Lenga y Ñirre. Uno de los factores del cual depende la distribución y asociación de *Araucaria* es la exposición (Fig. 2.14), puesto que si se trata de exposiciones norte en el límite altitudinal forma bosques puros, lo cual no ocurre en la exposición sur, donde Lenga forma rodales puros por sobre los de *Araucaria* (Donoso, 1993).

Según Gajardo (1980), *Araucaria* participa en diversas comunidades vegetales, cada una de ellas con una fisonomía característica. En las vertientes occidentales de la Cordillera de los Andes forma parte del bosque perennifolio templado de Coihue, en tanto que en las vertientes orientales andinas conforma la estepa de gramíneas perennes y arbustos xerofíticos.



**Fuente:** Donoso 1993

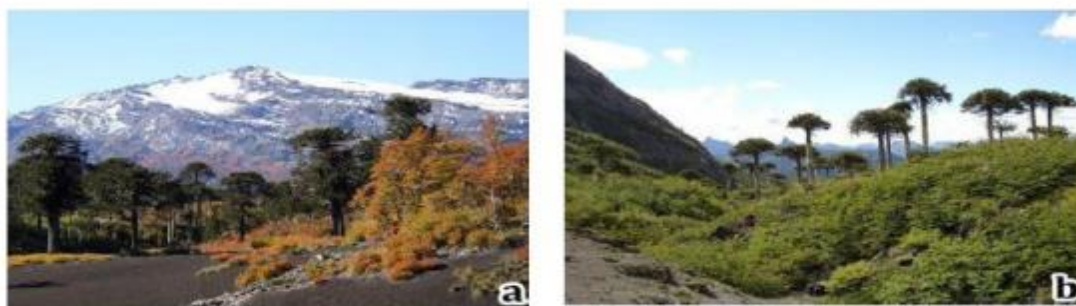
**Figura 2.14** Ubicación de *Araucaria araucana* en las diferentes exposiciones de la Cordillera de los Andes.

En la Cordillera de los Andes *Araucaria araucana* limita con las nieves eternas, formando bosques en el límite de la vegetación arbórea. En algunos sectores, poblaciones de estas especies se conectan entre las dos vertientes de la Cordillera, por valles andinos o constituyendo poblaciones discontinuas. En los sectores bajos de rango altitudinal y por el lado chileno se asocia generalmente con *Nothofagus pumilio*, mientras que en valles de mayor altitud con *Nothofagus antártica*.

Estos bosques limitan en la parte inferior de su altitud con los tipos forestales Roble-Raulí-Coigüe y Coigüe-Raulí-Tepa, normalmente asociado con *Nothofagus dombeyi*. En la Cordillera de la Costa a mayor altitud *Araucaria araucana* se asocia con *Nothofagus pumilio* y con *Nothofagus dombeyi*.

En altitudes inferiores, se asocia con *Nothofagus alpina* y *Nothofagus obliqua*. Además en las especies del género *Nothofagus*, se asocia con especies como *Drimys winteri*, *Saxegothaea conspicua*, *Eucryphia cordifolia*, *Weinmannia trichosperma* y ocasionalmente *Laurelia sempervirens* o *Laurelia philippiana* (Donoso, 1998).

El sotobosque en el sector andino es abierto y relativamente homogéneo. En el estrato arbustivo, *Maytenus disticha* y *Chusquea coleou*, en tanto en el estrato herbáceo se encuentran *Acaena ovalifolia*, *Valeriana lapathifolia*, *Adenocaulon chilense*, *Anemone multifida*, *Perezia prenanthoides* y *Perezia variabilis* entre otras. Por su parte, el sotobosque de la Cordillera de la Costa es más abundante y denso que en la Cordillera de los Andes y está formado por *Lomatia ferrugina*, *Pseudopanax latevirens* y *Azara lanceolata*. También se encuentra *Drimys winteri* var *andina*, *Desfontainea spinosa*, *Embothrium coccineum*, *Gaultheria* sp., *Chusquea coleu*, *Berberitis buxifolia*, *Ribes* sp. y *Lomatia dentata* (Gajardo, 1980).



Fuente: Enciclopedia de la Flora Chilena (2009).

**Figura 2.15** Bosques mixtos de *Araucaria araucana* con *Nothofagus pumilio* y *Nothofagus antarctica*.

En Argentina *Araucaria araucana* se asocia con *Austrocedrus chilensis*, cubriendo una superficie de 5.800 ha (Donoso, 2006). Forman bosques mixtos en sitios secos y lugares rocosos o en sectores más húmedos, como los cercanos a cursos de agua, comunes en los ecotonos de bosques mésicos y la estepa patagónica. Al ir avanzando al este, *Araucaria araucana* forma pequeños bosquetes o se presenta como individuos aislados, perdiéndose hacia la estepa patagónica (Donoso, 1998; González *et al.*, 2006).

### Fauna asociada

Montaldo, (1974), Murúa, (1996) y Ortiz *et al.*, (1994), relacionan algunos mamíferos que habitan en la Cordillera de Los Andes con las poblaciones de *Araucaria araucana*, entre ellas se cuentan *Dusicyon culpaeus culpaeus*, *Lama guanicoe*, *Pudu pudu* (Fig. 2.15 b), *Grison cuja* e *Hippocamelus bisulcus*, *Sus scrofa scrofa* (Fig. 2.15 c), *Conepatus chinga*, *Felis guigna*, y *Felis concolor* (Fig. 2.15 a).

En cuando a reptiles y anfibios se pueden encontrar asociados a *Araucaria araucana* especies como *Hylorina sylvatica* (Fig. 2.15 d), *Bratrachyla taeniata*, *Bufo spinulosus*, *Eusophus grayi*, *Rhinoderma darwinii*, *Telmatobufo bullocki*, *Liolaemus chilensis*, *Liolaemus pictus* y *Tachymenis peruviana*. (Montaldo, 1974).

Entre las aves más importantes se encuentra *Eicognathus ferrugineus*, *Enicognathus leptorhynchus* (Fig.2.15 e), *Campephilus magellanicus*, *Astebenes pyrrboleuca*, *Butco polysoma*, *Dendrocopus lignarius*, *Oreotrochilus leucopleurus*, *Theristicus caudatusmelanopsis* y *Zenaida auriculata auriculata* (Montaldo, 1974; Hoffmann, *et al.*, 2001).

De todas ellas, desde el punto de vista ecológico, las más relevantes son *Eicognathus leptorhynchus* y *Eicognathus ferrugineus* pues, durante el período en el cual el cono femenino está maduro, arrancan sus brácteas de tal modo que las semillas caen al suelo ayudando así a su dispersión y consumo (Montaldo, 1974; Hoffmann, *et al.*, 2001). Ellas, junto a roedores como *Phyllotis darwinii* (Fig. 2.15 f) son señalados como los componentes de la fauna que más dinamizan el sistema de regeneración del bosque (Muñoz, 1984; Caro, 1995 y Bustamante, 1997).



Fuente: Fotonaturaleza 2009.

**Figura 2.16** Fauna asociada. a) *Araucaria araucana* a) *Felis concolor*, b) *Pudu pudu*, c) *Sus scrofa*, d) *Bufo spinulosus*, e) *Enicognathus leptorhynchus* y f) *Phyllotis darwinii*

## 2.6 Estructura y dinámica

### 2.6.1 Estructura

Los bosques de *Araucaria araucana*, presentan estructuras variadas, debido a las distintas condiciones edafoclimáticas en las que se desarrolla y a las distintas asociaciones que conforma.

Burns (1991), describe los bosques localizados en sitios de mayor humedad como formaciones densas dominados por Coigüe, en tanto que *Araucaria* está representada por grandes árboles. En sitios moderadamente secos, donde la asociación es *Araucaria-Nirre*, la primera presenta una estructura discontinua, caracterizada por la ausencia de individuos de tamaños intermedios. Schmidt *et al.* (1980), señalan que las formaciones boscosas de *Araucaria* pueden ser coetáneas o multietáneas, con estructura de uno o más estratos (Fig. 2.17).





**Fuente:** *Enciclopedia de la Flora Chilena (2009).*

**Figura 2.17** Bosques puros de *Araucaria araucana*.

Schmidt (1977), en base a un estudio realizado en la zona de Lonquimay, señala para el caso de los bosques coetáneos la existencia de cuatro fases de desarrollo: la de regeneración que va desde los 0 hasta los 100 o 200 años; la fase de crecimiento óptimo que está comprendida entre los 100 y 200 hasta los 500 años; la fase de envejecimiento que abarca entre los 500 hasta los 700 - 800 años d, y por último la fase de desmoronamiento y establecimiento de la regeneración que alcanza como máximo hasta los 1.500 -1.700 años, aunque ya a los 1.000 se dan las condiciones óptimas para el establecimiento de la regeneración.

A su vez, Veblen y Ashton (1982), indican que en la dinámica de esta especie toman una importancia preponderante las perturbaciones alogénicas tales como fuego, volcanismo y viento, de carácter impredecible pero frecuente. La regeneración tanto de *Araucaria* como de *Lenga* se produce como respuesta a las perturbaciones de gran escala y en claros causados por la muerte de uno o más árboles adultos.

González (2001), señala que dentro de la dinámica de la especie juegan un rol fundamental tanto los factores alogénicos como los autogénicos, los cuales participan en mayor o menor medida en forma independiente o combinada, lo que deriva en que de acuerdo a las condiciones particulares de desarrollo de cada bosque estén operando los factores antes expuestos.

### 2.6.2 Dinámica

Los primeros antecedentes sobre dinámica de bosques de *Araucaria araucana* fueron planteados por Kalela (1941), Auer (1951) y Montaldo (1951), quienes señalan que debido a un proceso de desecamiento del clima que aumenta tanto desde el oeste como desde el este, se verificaría una sucesión retrogresiva desde comunidades clímax de *Araucaria araucana* – *Nothofagus pumilio*, hasta la condición de estepa, pasando por comunidades intermedias en las que *Nothofagus antarctica* empieza a dominar sobre *Nothofagus pumilio*.

En un estudio realizado en la zona de Quinquén en la Cordillera de Los Andes por Schmidt (1977), relacionado con la regeneración de *Araucaria araucana*, los bosquetes con diferentes estructuras o distribuciones diamétricas de *Araucaria araucana* fueron interpretados como diferentes fases dentro de un esquema de regeneración cíclica controlado autogenéticamente, no considerando las alteraciones derivadas de factores alogénicos en su interpretación de la dinámica de dichos bosques.

Por su parte, Veblen y Ashton (1982), en un estudio sobre la dinámica de los distintos tipos de bosques de *Araucaria araucana* en las zonas de Conguillío y Nahuelbuta en la Cordillera de Los Andes consideran las alteraciones alogénicas como de primera importancia. Cuando *Araucaria araucana* comparte sitios mayoritariamente con individuos de *Nothofagus antarctica* y/o *Nothofagus alpina* la regeneración masiva de los *Nothofagus* se presenta principalmente en forma de monte bajo. En cambio, si el sitio es ocupado por árboles de *Nothofagus dombeyi* y/o *Nothofagus pumilio*, la regeneración se presenta en forma de monte alto (Donoso, 1990).

Los bosques puros de *Araucaria araucana* en Argentina parecen ser fuertemente dependientes del fuego. Varios de ellos se han establecido en áreas originalmente abiertas o después de una destrucción por fuego y de la invasión de poblaciones de *Nothofagus antarctica* de corta vida. En esos rodales *Araucaria* es suficientemente tolerante a la sombra como para establecerse y sobrevivir como individuos suprimidos por cientos de años bajo su propio dosel. Sin embargo, el éxito de un desarrollo hacia los doseles superiores requiere probablemente de la formación de claros por muerte de uno o varios árboles viejos, es decir dentro de un modo de regeneración en claros pequeños (Veblen *et al.*, 1996).

Burns (1993), menciona la aparente dependencia del fuego de los bosques de *Araucaria-Nothofagus* en el sector argentino. Después de un incendio y de la posterior invasión de *Nothofagus antarctica*, la conífera logra establecerse a partir de semillas de individuos sobrevivientes al incendio. La regeneración de *Araucaria araucana* se mantiene viva el tiempo suficiente bajo el dosel, esperando la creación de claros por la especie pionera de ciclo de vida más corto.

En el Parque Nacional Villarrica eventos como los incendios provocan aperturas masivas de dosel que permiten la colonización de especies intolerantes a la sombra del género *Nothofagus*, especialmente *Nothofagus pumilio* y/o *Nothofagus dombeyi* (Donoso, 1998 y González *et al.*, 2006). Bajo este dosel coetáneo, y al igual que las asociaciones con *Nothofagus antarctica*, *Araucaria araucana* accede al estrato superior luego de múltiples episodios de liberación producidos por la formación de claros. Lo anterior conduce a bosques con estructura multietánea de individuos de *Araucaria araucana* (Veblen, 1982, González *et al.*, 2006).

## 2.7 Estado de Conservación

### 2.7.1 Clasificación de IUCN

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2012), ha clasificado a *Araucaria araucana* como una especie vulnerable (B 1 + 2 c) de conformidad a los criterios y categorías establecidos para ello.

### 2.7.2 Clasificación en CITES

Inicialmente, la especie *Araucaria araucana*, fue incluida en el Apéndice II el 1 de julio de 1975, quedando bajo control solamente la madera.

Posteriormente, durante la II Reunión de la Conferencia de las Partes de CITES realizada en la ciudad de San José (Costa Rica, 1979), la población chilena de *Araucaria araucana* fue incluida en el Apéndice I, quedando por tanto la especie incluida en listas divididas, dado que la población existente en Argentina se mantuvo en el Apéndice II.

Para comprender esta inclusión dividida conviene señalar que en el Artículo I de la Convención, el término "especie" se define como "toda especie, subespecie o población geográficamente aislada de una u otra".

Los términos "especie" y "subespecie" se refieren al concepto biológico de especie, y no requieren definición complementaria. Ambos términos abarcan también las variedades.

La expresión "población geográficamente aislada" se refiere a partes de una especie o subespecie, dentro de delimitaciones geográficas concretas. Puede referirse también a poblaciones o, subpoblaciones o, por motivos prácticos, en determinados casos, a "stocks" en el sentido en que se entiende el término en el ámbito de la ordenación de la pesca.

Hasta ahora, la Conferencia de las Partes ha interpretado la expresión "poblaciones geográficamente aisladas" como poblaciones delimitadas por fronteras geopolíticas, mientras que ha recurrido raramente a la opción de fronteras geográficas.

Durante la XI Reunión de la Conferencia de las Partes realizada en Nairobi (Kenia, 2000), Argentina presentó una propuesta para transferir la población argentina de *Araucaria araucana* al Apéndice I de CITES, sin embargo a pesar de que la Conferencia aceptó la propuesta una errónea interpretación de la Secretaría CITES obligó a Argentina a presentar una propuesta de nuevo en la Conferencia de las Partes celebrada en Santiago de Chile (Chile, 2002). Desde entonces toda la especie se encuentra incluida en el Apéndice I.

### 2.7.3 Clasificación en Chile

En Chile, *Araucaria araucana* se encuentra clasificada como especie vulnerable por el Decreto Supremo N° 75 (Ministerio Secretaría General de la Presidencia, 2004) y declarada Monumento Natural por el Decreto Supremo N° 43 (Ministerio de Agricultura, 1990).

## 2.8 Referencias

- AAGENSEN, D. (1998). Indigenous Resource Rights and Conservation of the Monkey-Puzzle Tree (*Araucaria araucana*, Araucariaceae): A case of study from southern Chile. *Econ. Bot.*, 52, 64-85.
- ALMEYDA, E. y SAEZ, F. (1958). Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos. Ministerio de Agricultura. Dpto. Téc. Interam. Coop. Agric. Proyecto 14. Santiago, Chile. 195pp.
- AUER, V. (1960). The Quaternary History of Fuego Patagonia. *Royal Soc. Bot.*, 152, 507-516.
- BAEZA, V. y LLANA, A. (1942). Las Coníferas Chilenas. Prensa de la Universidad de Chile. Santiago, Chile. 70pp.
- BASCUR, F., BLANCO, S., CHIANG, A., CONTRERAS, M., FERNÁNDEZ, C., GILCHRIST, J., GONZÁLEZ, L., GUERRA, G., y M. RODRIGUEZ (1987). Diagnóstico del Área de Distribución del Tipo Forestal Araucaria. Informe Final. Dpto. de Manejo de Recursos Forestales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 50pp.
- BENITEZ, C. (2005). Viabilidad de las semillas y crecimiento inicial de plántulas de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch de la Cordillera de Nahuelbuta en la IX región de Chile. Tesis, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile. 107pp.
- BURNS, B. (1991). The regeneration dynamics of *Araucaria araucana*. PhD Thesis, Dept Geography, University of Colorado. USA. 211pp.
- BURNS, B. (1993). Fire-induced dynamics of *Araucaria araucana*-*Nothofagus antarctica* forest in the southern Andes. *Journal of Biogeography*, 20(6), 669-685.
- BURROWS, G. (1987). Leaf axil anatomy in the *Araucariaceae*. *Australian Journal of Botany*, 35, 631-640.
- BUSTAMANTE, R. (1997). Depredación de semillas en bosques templados de Chile. Capítulo 14. En J. Armesto, C. Villagrán y M. Arroyo (Eds.). *Ecología de bosques nativos de Chile* (pp. 265-278). Editorial Universitaria. Segunda Edición. Santiago, Chile.
- CARO, M. (1995). Producción y dispersión de semillas de *Araucaria araucana* en Lonquimay. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal, Facultad de Ciencias Agronómicas y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 55pp.
- CONAF (2011). Catastro de Uso del Suelo y Vegetación Período 1993 2007. Monitoreo y Actualización Región de la Araucanía. Santiago, Chile. 26pp.
- CONAF y CONAMA (2009). Catastro de Uso del Suelo y Vegetación Período 1993 - 2007. Monitoreo y Actualización Región de la Araucanía. Santiago, Chile. 26pp.
- CORTÉS, M. y LARA, A. (2000). Dinámica de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en la Cordillera de la Costa de Chile. En XII Reunión Anual de la Sociedad de Botánica de Chile. *Gayana Botánica*, 57, 33. Concepción, Chile.
- DIAZ -VAZ, J. (1984). *Araucaria araucana*: Descripción anatómica. *Bosque*, 5, 117-118.

- DIAZ-VAZ, J., DEVLIEGER, F., POBLETE, H., y R. JUACIDA (1989). Maderas comerciales de Chile. En Marisa Cúneo (Ed.). Valdivia, Chile. 80pp.
- DIVASTO, A. (2003). Caracterización de la Regeneración Natural de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en el Sector Pehuenco, Parque Nacional Nahuelbuta. Tesis Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 34pp.
- DONOSO, C. (1990). Ecología Forestal; El bosque y su medio ambiente. Segunda Edición. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 368pp.
- DONOSO, C. (1993). Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Primera Edición. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 484pp.
- DONOSO, C. (1997). Árboles Nativos de Chile. Guía de reconocimiento. Octava edición. En Marisa Cúneo (Ed.). Valdivia, Chile. 116pp.
- DONOSO, C. (1998). Bosques templados de Chile y Argentina; Variación, estructura y dinámica. Cuarta Edición. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 483 pp.
- DONOSO, C. (2006). Las especies Arbóreas de los Bosques Templados de Chile y Argentina. Autoecología. En Marisa Cuneo (Ed.). Chile, Valdivia. 678pp.
- DONOSO, C. y CABELLO, A. (1977). Antecedentes fenológicos y de germinación de especies leñosas chilenas. *Revista de la Facultad de Ciencias Forestales*, 1(2), 31-41.
- DRAKE, F. (2004). Uso Sostenible en Bosques de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. Aplicación de Modelos de Gestión. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, Universidad de Córdoba. España. 318pp.
- ENRIGTH, N., HILL, R., and T. VEBLEN (1995). The Southern Conifers. An Introduction. Chapter 1. In N. Enrighthand and R. Hill (Eds.). *Ecology of the Southern Conifers* (pp. 1-9). Australia, Melbourne University Press.
- FINCKH, M. y PAULSCH, A. (1995). The Ecological strategy of *Araucaria araucana* (Alemania), *Flora* 190, 365-382.
- FUENZALIDA, H. (1965). Clima. En *Geografía Económica de Chile* (pp 98-152). Texto refundido de CORFO. Santiago, Chile.
- GAJARDO, R. (1980). Vegetación del bosque de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en la Cordillera de Los Andes (Lonquimay, provincia de Malleco). Boletín Técnico N° 57. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 25pp.
- GILMAN, E. y WATSON, D. (1993). *Araucaria araucana*. *Fact Sheet ST-81. Series of the Environment Horticulture Department*, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Science. University of Florida. 3pp.
- GONZÁLEZ, A. (2001). Análisis de la Densidad y Crecimiento de la Regeneración de un Bosque de *Araucaria* Bajo Distintas Intensidades de Corta de Selección. Tesis Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 79pp.
- GONZÁLEZ, M., CORTÉS, M., IZQUIERDO, F., GALLO, L., ECHEVERRÍA, C., BEKKESSY, S., y P. MONTALDO (2006). *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch.; *Araucaria* (o) Pehuén, Piñonero, Pino *Araucaria*, Pino Chileno, Pino Neuquen, Monkey Puzzle tree. En: C. Donoso (Ed.). *Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina: Autoecología* (pp 36-53). Valdivia, Chile.

- GOYCOLEA, C. (1984). Cultivo in vitro de Explantes de Cotiledones y/o Hipocotilo de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch y *Pinus radiata* (D. Don), Tesis Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 68pp.
- HARTWIG, F. (1997). Los escenarios de los bosques de Araucaria. *Revista informativa de la CORMA*, 256, 43-47.
- HEUSSER, C., RABASSA, J., BRANDANI, A., and R. STUCKENRATH (1988). Late-Holoceno Vegetation of the Andean Araucaria Region, Province of Neuquén, Argentina. *Mountain Research and Development*, 8 (1), 53-63.
- HILL, R. (1995). Conifer Origin, Evolution and Diversification in the Southern Hemisphere. Chapter 2. In N. Enright y R. Hill (Eds.). *Ecology of The Southern Conifers* (pp 10-29) Melbourne University Press. Australia. .
- HOFFMANN, A. (1991). Flora silvestre de Chile. Zona araucana. Segunda edición. Ediciones Fundación. 257pp.
- HOFFMANN, A., SIERRA, M., PROSSER, C., y M. DEL VALLE (2001). Enciclopedia de los bosques chilenos. Conservación, biodiversidad, sustentabilidad. Colección Voces del Bosque. Santiago, Chile. 351pp.
- HUECK, K. (1978). Los bosques de Sud América: ecología, composición e importancia económica. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica Ltda. R.F. Alemania. 476pp.
- IUCN (2012). IUCN Red List of Threatened Species [on line] Version 2012.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)> Conifer Specialist Group 2000. *Araucaria araucana*. [Consulta: 25 de agosto de 2012]
- JEREZ, J. (2000). Propagación de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch Mediante Cultivo *In Vitro* de Embriones Maduros Aislados. Memoria de grado para optar al título de Ingeniero Forestal, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 39pp.
- KALELA, E. (1941). Über die Holzarten und die durch die klimatischen Verhältnisse verursachten Holzartenwechsel in den Wäldern des Patagoniens. *Ann. Acad. Scient. Fenn, Ser. 5A, IV Biol.2*, 1-151.
- KERSHAW, A. and McLONE, M. (1995). The Quaternary History of The Southern Conifer. Chapter 3. In N. Enright and R. Hill (Eds.). *Ecology of The Southern Conifers* (pp 30-63). Melbourne University. Australia.
- LEÓN, E. y VILLARROEL, D. (2004). Dinámica Regeneracional Post – Incendio de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch en la Cordillera de la IX Región – Chile. Tesis Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 39pp.
- LUSK, C y LE-QUESNE, C. (2000). Branch whorl of juvenile *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch are they formed annually. *Revista Chilena de Historia Natural*, 73, 497-501.
- MAENE, L. y DEBERGH, P. (1988). Araucaria. In Y. Bajaj (Ed.). *Cell and Tissue culture in Forestry* (pp: 176-184.). Springer-Verlag, Berlin.
- MARTICORENA, C. y RODRÍGUEZ, R. (1995). Flora de Chile. Volumen I, *Pteridophyta-Gymnospermae*. Universidad de Concepción. Concepción, Chile. Editorial Aníbal Pinto. 352pp.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (1990). Decreto Supremo N° 43. Diario Oficial de la República de Chile. 3 de Abril de 1990. 2pp.

- MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (2004). Decreto Supremo N° 75. 2pp.
- MONTALDO, P. (1951). Condiciones Ecológicas y Dasonómicas de la especie *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. Memoria de Título. Facultad de Agronomía, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 70pp.
- MONTALDO, P. (1974). La Bio-ecología de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. Bol. *Inst. Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación de Venezuela*, 46(48), 3-55.
- MUJICA, R. (2001). Untersuchungen zur waldbauichen Behandlung von *Araucaria araucana* Wäldern in Südchile. Dr. Thesis, Technische Universität München, Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Landnutzung und Umwelt. 202pp.
- MUÑOZ, M. (2000). Crecimiento de un Bosque de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch bajo distintas intensidades de corta. Tesis Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 70pp.
- MUÑOZ, R. (1984). Análisis de la Productividad de Semillas de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en el Área de Lonquimay, IX Región. Tesis Universidad de Chile. Santiago, Chile. 140pp.
- MURÚA, R. (1996). Comunidades de Mamíferos del Bosque Templado de Chile. En J. Armesto, C. Villagrán y M. Arroyo (Eds.). *Ecología de los bosques nativos de Chile* (pp 113 -133). Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 470pp.
- ORTIZ, J., QUINTANA, V., y H. IRIBARRA-VIDAL (1994). Vertebrados Terrestres con Problemas de Conservación en la Cuenca del Bío-Bío y Mar adyacente. Ediciones de la Universidad de Concepción. Primera Edición. Concepción, Chile. 152pp.
- PERALTA, M. (1980). Geomorfología, clima y suelo del tipo forestal *Araucaria* en Lonquimay. Boletín Técnico N° 57. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 35pp.
- RECHENE, C. (1996). Conservación y recuperación de los bosques de *Araucaria araucana*. Informe Interno. Centro de investigación y extensión forestal Andino Patagónico. CIEFAP. Esquel. Chubut. Argentina. 31pp.
- RODRÍGUEZ, R., MATTHEI, O., y M. QUEZADA (1983). Flora arbórea de Chile. Concepción, Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. 408pp.
- SCHILLING, G. y DONOSO, C. (1976). Reproducción vegetativa natural de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. *Inv. Agric*, 2 (3), 121-122.
- SCHMIDT, H. (1977). Dinámica de un Bosque Virgen de *Araucaria-Lenga*. *Forestry problems of the Genus Araucaria* (pp 3-11). Proceedings of IUFRO meeting held in Curitiba, Paraná, Brazil.
- SCHMIDT, H., TORAL, M., y P. BURGOS (1980). Aspectos de estructura y de regeneración natural para el manejo silvícola de los bosques de *Araucaria-Lenga*. In *Forestry problems of genus Araucaria* (pp 159-166). IUFRO meeting held in Curitiba, Brazil.
- SERRA, M. (1987). Dendrología de Coníferas y otras Gimnospermas. Apuntes Docentes N° 2. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 264pp.

- SETOGUSHI, H., OSAWA, T., PINTAUD, J., JAFFRÉ, T., y J. VEILLON (1998). Phylogenetic Relationships within Araucaciae based on RCBL Gene Sequences. *American Journal of Botany*, 85(11), 1507-1516.
- TORTORELLI, L. (1942). La explotación racional de los bosques de Araucaria de Neuquén, su importancia económica. Escuela de Estudios Argentinos. Buenos Aires, Argentina. 74pp.
- TORTORELLI, L. (1956). Maderas y bosques argentinos (pp 871-885). Buenos Aires, Argentina.
- URBAN, O. (1934). Botánica de las plantas endémicas de Chile. Soc. Imp. Lit. Concepción, Chile. 289pp.
- URRUTIA, J. (1986). Análisis bibliográfico y pictórico de semillas y sus procesos germinativos para 32 especies forestales nativas. Tesis, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 64pp.
- VALES, M., CLEMENTE, M., y L. GARCÍA ESTEBAN (2000). Especies maderables CITES. Jardín Botánico de Córdoba, España. CD Rom, ISBN: 84-7801-521-3, Depósito Legal CO.198/2.000.
- VEBLEN, T. (1982). Regeneration patterns in *Araucaria araucana* forests in Chile. *Journal of Biogeography*, 9, 11-28.
- VEBLEN T. y ASHTON, D. (1982). The Regeneration Status of *Fitzroya cupressoides* in the Cordillera Pelada, Chile. *Biological Conservation*, 23, 141-161.
- VEBLEN, T., BURNS, B., KITSBERGER, T., LARA, A., y R. VILLALBA (1995). The Ecology of the Conifers of Southern South America. In N. Enright and R. Hill (Eds.). *Ecology of the Southern Conifers* (pp 120-155).
- VEBLEN, T., BURNS, B., and A. ROBERTUS (1996). Perturbaciones y Dinámica de Regeneración en Bosques Andinos del Sur de Chile y Argentina. Capítulo 9. In J. Armesto, C. Villagrán y M. Arroyo (Eds.). *Ecología de los Bosques Nativos de Chile* (169-197). Santiago, Chile. Editorial Universitaria.
- ZANETTE, F., IRITANNI, C., y S. PAULA (1987). Aspectos básicos del cultivo *in vitro* de *Araucaria angustifolia*. Universidad Federal del Paraná. Curitiba, Brasil. 59pp.



## **Capítulo 3**

**Análisis del Cambio de Cobertura de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch durante el período 1961-2008 en un sector de la Región de la Araucanía de Chile.**

## Resumen

Se estudió el cambio de cobertura de la especie *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch ocurrido entre los años 1961 a 2008, en cuatro predios localizados en las comunas de Curacautín y Lonquimay en la Región de la Araucanía de Chile, utilizando para ello fuentes cartográficas digitales confeccionadas en base a fotografías aéreas del año 1961 e imágenes SPOT del año 2008.

Los resultados del estudio muestran que durante dicho período, las mayores variaciones en los predios estudiados se produjeron en los usos “Bosque Nativo” y “Praderas y Matorrales” con incrementos de 1.958 ha y pérdidas de 1.917,4 ha respectivamente.

El aumento en la superficie cubierta de bosque nativo, representa una ganancia porcentual neta para el uso del 19,4%, fundamentalmente a raíz de la expansión de los tipos forestales Roble-Raulí-Coihue (1.013,6 ha), Lenga (1.007,7 ha) y Ciprés de la Cordillera (25,5 ha) hacia terrenos cubiertos mayoritariamente por praderas y matorrales y áreas desprovistas de vegetación en el año 1961, los cuales disminuyen su superficie en 1.917,4 ha y 78,6 ha respectivamente, siendo la dinámica natural de las especies presentes en el área de estudio, especialmente las del género *Nothofagus*, la causa principal que explica dicha expansión, la cual se ve favorecida además por la ausencia de fenómenos alogénicos de magnitud y por la abundantes fuentes de semillas en su entorno.

A pesar de presentar *Araucaria* una pérdida neta de cobertura de 81,9 ha (1,4%), debido probablemente a explotaciones forestales realizadas entre los años 1961 y 2008, la especie muestra una interesante recuperación, manifestándose en una significativa expansión hacia áreas cubiertas inicialmente por praderas y matorrales. En los predios estudiados no se detectaron evidencias sobre ocurrencia de grandes disturbios naturales, incendios forestales o realización de obras civiles de magnitud que pudieran haber incidido en el cambio de cobertura durante el período comprendido entre los años 1961 a 2008.

Palabras clave: cambio de cobertura, fotografías aéreas, imágenes SPOT, fuentes cartográficas digitales, dinámica natural, fenómenos alogénicos, bosque nativo, tipo forestal *Araucaria*.

## Summary

The study looked into the *Araucaria araucana* ground cover change that occurred in four properties located in the municipalities of Curacautin and Lonquimay, Araucanía Region, Chile, between 1961 and 2008. Digital cartography was prepared using 1961 photographs and 2008 SPOT images.

The results show that along this time span, the most important changes that occurred in the properties comprising the study area related to the “Natural Forests” and “Shrub and Prairies” ground cover (or land uses) with an increase of 1,958 hectares for the former and a decrease of 1,917.4 for the latter.

The increase in Natural Forests represents a percentage gain of 19.4%, explained fundamentally by the expansion of the Roble-Raulí-Coigüe (1,013.6 ha), Lenga (1,007.7 ha) and Ciprés de la Cordillera (25.5 ha) forest types, at the expense of areas supporting in 1961 prairies and shrubs (loss of 1,917.7 ha) and non vegetated areas (loss of 78.6 ha). The forest cover increase is consistent with the natural dynamics of the species belonging to the genus *Nothofagus* in the absence of non natural disturbance and having abundant seed sources.

Although *Araucaria* shows a net loss of 81.9 ha (1.4%), most likely due to logging some time between 1961 and 1990, the species shows an interesting recovery with a significant expansion over land formerly covered by shrubs and prairies. In the properties included in the study area, there is no evidence of large natural disturbances, forest fires or public works that could have influenced land cover changes during the 47 year time span covered by the study (1961 – 2008).

Keywords: ground cover change, aerial photograph, SPOT images, digital cartography, natural dynamics, natural forest, *Araucaria* forest type.

### 3.1. Introducción

La magnitud, extensión y velocidad de las alteraciones antropogénicas sobre la superficie del planeta no tienen precedentes en la historia de la humanidad, pues aproximadamente, alrededor de la mitad de la superficie de la tierra ha sido directamente transformada por la acción humana, estimándose que dichos cambios se acercan a los niveles de transformación ocurridos durante los períodos glaciales (Vitousek *et al.*, 1997; Lambin *et al.*, 2001; NRC, 2001).

Según Goldewijk (2001), 1.206 millones de hectáreas fueron convertidas en terrenos agrícolas y 2.927 millones fueron transformadas en áreas de pastoreo durante el período comprendido entre los años 1700 a 1990.

Ramankutty y Foley (1999) estimaron que en el período comprendido entre los años 1700 y 1992, 1.621 millones de hectáreas fueron habilitadas para la agricultura, de las cuales 885 millones correspondían a bosques, 565 millones a sabanas/praderas/estepas, 150 millones a matorrales y 21 millones a tundras/desiertos, estimándose que las actividades agropecuarias, junto con la extracción de madera, han causado – a nivel planetario - una pérdida neta de 7 a 11 millones de km<sup>2</sup> de bosque en los últimos 300 años (Ramankutty y Foley 1999, Foley *et al.* 2005), estimándose que durante el último siglo, la mayor parte de los ecosistemas mundiales fueron afectados por el cambio de uso de la tierra (Vitousek *et al.*, 1997).

Así, siendo el cambio de uso del suelo una importante causa del cambio climático y de la consecuente afectación de la capacidad de los sistemas biológicos para soportar y satisfacer las necesidades humanas, el impacto más evidente y directo generado por la transformación de las principales coberturas naturales, es la pérdida de biodiversidad, causada por la pérdida, modificación y fragmentación de hábitats, estimándose que a finales del presente siglo, el cambio de uso del suelo será el factor más incidente en la disponibilidad de hábitats y la extinción de especies (Matson *et al.* 1997; Vitousek *et al.*, 1997; Houghton *et al.*, 1999; Chase *et al.*, 2000; Pimm y Raven 2000; Sala *et al.*, 2000; Claussen *et al.*, 2001; DeFries *et al.*, 2002; Brovkin *et al.*, 2004).

En Chile, los primeros estudios sobre las transformaciones antropogénicas del paisaje se realizaron a fines de la década de los setenta en la zona central (Fuentes y Hajek 1979).

Durante la década de los ochenta, nuevas contribuciones aportaron al conocimiento de los cambios en el uso del suelo ocurridos en el centro y sur del país (Fuentes y Carrasco 1984; Fuentes, 1988; Lara *et al.* 1989).

En la década de los noventa, el gobierno de Chile, a través de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), realiza un gran esfuerzo para cuantificar los recursos vegetacionales nativos existentes en el país e inicia una serie de monitoreos para detectar los cambios de cobertura (CONAF 1999; 2009, 2011).

Recientemente, debido a la disponibilidad de imágenes satelitales, los estudios de cambio en la cobertura de suelo han ampliado la ventana temporal de análisis reconstituyendo paisajes de hace 30 años (Pauchard *et al.* 2006, Echeverría *et al.* 2006, Altamirano *et al.* 2007). Estas investigaciones dan cuenta de las transformaciones del paisaje a escala local y regional, explorando sus consecuencias ecológicas y sociales. Localmente, se ha analizado el patrón de crecimiento urbano y evaluado sus efectos sobre coberturas de bosque nativo y humedales (Henríquez y Azócar, 2007; Pauchard *et al.*, 2006; Aguayo *et al.*, 2007, Azocar *et al.*, 2007).

A escala regional, los estudios se han orientado a determinar las causas de la pérdida y fragmentación del bosque nativo e indagar sobre sus efectos (Wilson *et al.*, 2005; Echeverría *et al.*, 2006; Altamirano *et al.*, 2007).

Estos antecedentes muestran que las principales causas de transformación del paisaje en el centro y sur del país fueron inicialmente la habilitación de terrenos para la agricultura y posteriormente, la expansión de las plantaciones forestales (Donoso y Lara 1995, Cisterna *et al.*, 1999; CONAF., 1999; Sanhueza y Azocar 2000).

En el ámbito del bosque nativo, los estudios realizados por CONAF se han direccionado fundamentalmente hacia la cuantificación del cambio de cobertura y la identificación de las causales que la originan, estimándose que durante el período 2007 a 2011, la superficie de bosque nativo habría aumentado en aproximadamente 169.000 ha, debido fundamentalmente a la recuperación de importantes masas forestales en el país (CONAF, 2011).

En ese contexto, Lara *et al.* (1996) y Donoso (2006) indican que la pérdida de superficie de los bosques de *Araucaria araucana* estarían explicados fundamentalmente por los procesos de colonización, explotaciones madereras y eventos catastróficos que habrían provocado notorias variaciones en el tamaño y continuidad de las zonas cubiertas por la especie, disminuyendo en la Región de la Araucanía aproximadamente un 50% su cobertura en el último siglo, período en el cual se habría reducido de 500.000 ha a un poco más de 250.000 ha.

Sin embargo, diversos estudios realizados en las últimas décadas mediante sensores remotos, muestran la existencia de 300.317 ha de bosques con presencia de *Araucaria araucana*, localizadas mayoritariamente en la Cordillera de los Andes en la Región de la Araucanía (Bascur *et al.*, 1987), la existencia de 261.073 ha de bosques con presencia *Araucaria* en el año 2007 (CONAF, 2009), localizándose 207.885 ha (79,6%) de dichos bosques en la Región de la Araucanía y, de 253.739 ha de bosques con presencia de *Araucaria* en el año 2011, de las cuales el 80,4% (204.199 ha) se localizan en la Región de la Araucanía (CONAF, 2011), lo cual permitiría afirmar que la pérdida acelerada de superficie de *Araucaria araucana* no solamente se habría detenido, sino que existirían evidencias de una interesante recuperación, explicada probablemente por la dinámica natural de las especies presentes en la zona de estudio, la cual, en ausencia de los factores que habrían causado su disminución durante el siglo pasado se desarrolla libremente.

En ese contexto, el presente trabajo, utilizando información obtenida con sensores remotos, analiza el cambio de cobertura en bosques de *Araucaria araucana* en la Región de la Araucanía de Chile, durante los años 1961 y 2008, haciendo especial énfasis en los factores que provocaron dichos cambios.

## 3.2 Objetivos

### 3.2.1 Objetivo General

Identificar el cambio de cobertura del Tipo Forestal Araucaria en cuatro predios localizados en las comunas de Curacautín y Lonquimay en región de la Araucanía en Chile, durante el período 1961 a 2008.

### 3.2.2 Objetivos Específicos

- Cuantificar el cambio de uso del uso del suelo en cuatro predios localizados en la Región de la Araucanía en Chile.
- Cuantificar las variaciones de cobertura del Tipo Forestal Araucaria en cuatro predios afectos a planes de manejo forestal, ubicados en la Región de la Araucanía de Chile.
- Identificar los factores que provocaron los cambios de cobertura, especialmente en el tipo forestal Araucaria.

## 3.3 Material y Métodos

### 3.3.1 Área de estudio

Como se aprecia en la figura 3.1 , el área de estudio se ubica en un sector cordillerano comprendido entre el extremo sur de la VIII Región del Bío- Bío y parte de las comunas de Curacautín y Lonquimay en la IX Región de la Araucanía, situado entre los 38°6' y 38°45' de latitud sur y los 71°14' y 71°43' de longitud oeste. El sector presenta una topografía abrupta, destacándose la presencia de los volcanes Tolhuaca (2.866 m), Lonquimay (2.865 m) y Sierra Nevada (2.074). Las máximas pendientes alcanzan los 70°, con un promedio de 17°, predominando en ellas la exposición norte. El rango de altitudes varía entre los 635 y los 2.820 m.s.n.m.

La vegetación se caracteriza por la presencia de los tipos forestales Araucaria, Roble-Raulí-Coihue (*Nothofagus obliqua* - *Nothofagus alpina* -*Nothofagus dombeyi*) y Lenga (*Nothofagus pumilio*), distribuidos en casi dos tercios del total de la superficie en estudio. Así mismo, adquieren importancia en el área los terrenos sin vegetación y aquellos cubiertos por nieves y glaciares. Además de concentrar un alto porcentaje de los bosques de *Araucaria araucana* existentes en la región de la Araucanía, en el área de estudio se localizan los predios que cuentan con planes de manejo aprobados durante el período 1987 a 1990 por la Corporación Nacional Forestal de Chile para la explotación de dicha especie.

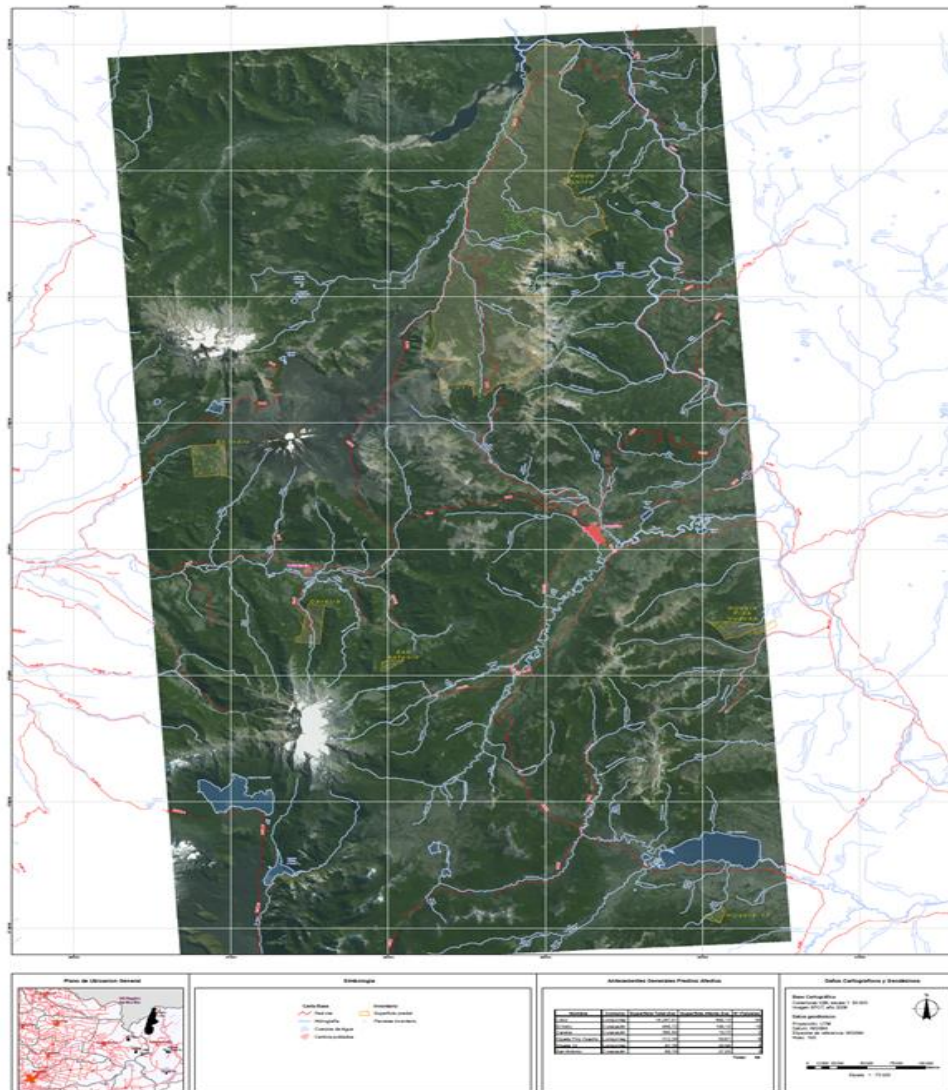


Figura 3.1 Área de estudio.

### 3.3.2 Bases cartográficas e imágenes

La información cartográfica de partida se obtuvo en el Servicio Aéreo Fotogramétrico de Chile (SAF), y consistió en una imagen satelital SPOT 5 de 3 bandas (RGB) correspondiente al año 2008, con resolución espacial de 2,5 metros, previamente ortorectificada<sup>1</sup> por el proveedor, así como 80 negativos de fotografías aéreas distribuidas en 5 líneas de vuelo (Anexo 3.1). Estas imágenes formaban parte del Proyecto Aero Fotogramétrico (OEA-BID) desarrollado en Chile durante el año 1961 (Tabla 3.1).

<sup>1</sup>El proceso de ortorectificación se basa en la aplicación de un modelo de transformación geométrica que corrige la distorsión de la imagen debida a diferentes fuentes de error en el momento de su adquisición y posterior transformación a formato digital, como son la posición de la cámara, la óptica de la cámara, el relieve topográfico y los errores en el proceso de digitalización (escaneado).

Los negativos fueron transformados a formato digital a 1.200 dpi, para luego ser ortorectificados y obtener un mosaico fotográfico compatible con las imágenes SPOT MAP (Datum WGS84, proyección UTM, Huso 19 Sur). Para ello se empleó un modelo digital de terreno procedente de una imagen ASTER de 30 metros de resolución espacial a partir de puntos de control identificados sobre la imagen SPOT 5 y los parámetros del vuelo incluidos en la Tabla 3.1. Este proceso fue realizado con el software *Orthobase* de *Erdas Imagine* 9.1 (Anexo 2).

**Tabla 3.1** Especificaciones técnicas de las fotografías adquiridas

Altura de vuelo	7.500 m
Escala aproximada	1 : 50.000
Sensores y distancia focal	Wild RC8-335, 151,9 mm Wild RC8-443, 152,1 mm
Tipo de lente	Planigón XF-6771
Tamaño en papel	0,23 x 0,23 m
Superficie cubierta	132,25 Knt

### Segmentación y clasificación de usos del suelo en la imagen SPOT

Empleando los atributos espectrales (color) y de forma inherentes a los elementos presentes en la imagen, el software de percepción remota *e-Cognition* es capaz de realizar una segmentación automática de las diferentes coberturas del suelo, considerando para ello conjuntos de píxeles que comparten similares características. A través de la delimitación automatizada es factible obtener resultados similares a los de la digitalización manual, pero reduciendo la subjetividad propia de la percepción humana y los tiempos empleados en dicho proceso (Benz *et al.*, 2004; Shiba y Itaya, 2006).

La identificación y delimitación de los diferentes usos de suelo presentes en las imágenes se hizo con el software *e-Cognition*. La asignación de los usos del suelo y análisis posteriores de la cobertura vectorial generada fueron desarrollados con ArcGis9.3.

Dada la extensión del área y la escala de trabajo diseñada para el estudio, la digitalización de las diferentes coberturas de suelo presentes en la imagen SPOT 5 fue realizada mediante el módulo *Multiresolution Segmentation* de *e-Cognition*. Este último considera criterios de homogeneidad, proporcionados por las características de color (*Color*) y forma (*Shape*) de los objetos presentes en la imagen. El criterio de forma se subdivide a su vez en *Smoothness*, el cual minimiza la presencia de irregularidades en los bordes de las áreas delimitadas, y *Compactness*, que permite discriminar elementos con similares características espectrales, pero diferente forma.

El análisis involucra además un parámetro de escala, el cual determina la cantidad mínima de píxeles para considerar un conjunto de estos como elemento independiente (Definiens, 2000). La magnitud de cada criterio se obtuvo mediante la combinación y aplicación de estos en sectores de la imagen donde se tenía plena certeza de la cobertura existente. Mediante dichas pruebas se determinaron y utilizaron finalmente valores de 500 (*Scale*), 0,6 (*color*) 0,4 (*Shape*) y 0,5 (*Smoothness* y *compactness*). A partir de este análisis se obtuvo como resultado una cobertura vectorial de polígonos integrada por la totalidad de elementos presentes en la imagen SPOT 5.



### **Segmentación y clasificación de usos del suelo en las ortofotos.**

Para el caso de las fotografías aéreas se procedió, en primera instancia, a obtener el área útil de cada una de ellas, elaborándose a continuación un mosaico circunscrito a los límites de cada predio a partir del cual se desarrolló la segmentación, en la cual, como consecuencia de las mínimas variaciones de color y textura presentes en las imágenes, así como también de las diferencias en el porcentaje de cobertura vegetal, elementos con similares características fueron identificados como segmentos diferentes en la clasificación inicial.

A través de un barrido visual se fusionaron aquellos elementos que correspondían a una misma entidad representando con ello de manera más fidedigna la continuidad en las diferentes coberturas del terreno. De igual forma, y respetando la definición oficial de bosques existente en Chile, todos los polígonos con una superficie inferior a 0,5 ha fueron disueltos con el vecino de mayor borde compartido, empleando el comando *Eliminate* de *ArcGis* 9.3.

#### **3.3.3 Identificación de los usos del suelo**

A partir de inventarios forestales realizados en los predios en estudio durante los años 2009-2010<sup>2</sup>, se completó la base de datos correspondiente al periodo 2008. Como complemento a lo anterior se desarrollaron consultas y visitas a terreno con profesionales expertos de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) que desempeñan labores de protección y fiscalización en el área de estudio.

En el caso de la cobertura del año 1961 se utilizó como información base los planes de manejo aprobados para los predios entre los años 1987 y 1990, como asimismo la cartografía incluida en ellos. Sin perjuicio de lo anterior en zonas donde la calidad de las fotografías aéreas era deficiente o dudosa se recurrió a la opinión de expertos y a los datos colectados mediante el inventario antes señalado.

Para cada cobertura se registraron los usos del suelo (bosque nativo, plantaciones, praderas matorrales y estepas y áreas desprovistas de vegetación), la presencia de *Araucaria* y los tipos forestales existentes en la zona de estudio.

#### **3.3.4 Comparación de las coberturas**

A fin de obtener la localización espacial y superficies de cambio entre el período 1961 – 2008 se realizó una comparación de las coberturas ya definidas empleando el comando *Union* de *ArcGis* 9.3. Al igual que en delimitación preliminar todos los polígonos con una superficie inferior a 0,5 ha fueron disueltos con el vecino de mayor borde compartido, empleando el comando *Eliminate* de *ArcGis* 9.3.

A partir de la fusión de ambas capas y sus respectivas bases de datos, se contrastaron los campos uso y presencia, determinando así el cambio de cobertura experimentado durante el período. Posteriormente en la base de datos asociadas a cada cobertura, se registró el tipo de variación en el uso de suelo y la consecuencia de este expresado como ganancia o pérdida de superficie, para los usos existentes en el área de estudio y, especialmente para el tipo forestal *Araucaria*.

---

<sup>2</sup>Inventarios forestales realizados en los Predios "El Indio", "Lolco"; "Hijuela 12", "Pino Huacho" y "San Antonio"

### 3.4 Resultados y discusión

#### 3.4.1 Variación de usos de suelo a nivel predial

Se expone a continuación, para cada predio, la matriz de superficie de cambios que evidencia las diferencias registradas para el periodo en estudio. Las filas representan los diferentes usos de suelo registrados en el año 1961, mientras las columnas exhiben las áreas presentes en el año 2008. Todas las variaciones quedan representadas por los valores ubicados sobre y bajo la diagonal principal destacada con fondo gris.

#### Predio Hijuela 12

En este predio el mayor cambio de superficie se produce en el uso “Bosque Nativo” con un aumento neto de 49,1 ha. (153,4%) respecto de la superficie existente en el año 1961. Dentro de este uso, las mayores variaciones se presentan en los Tipos Forestales Lengua (34,7 ha) y Araucaria (14,4 ha), representando un aumento de superficie en dichos usos de 528,4% y 60,3% respectivamente (Tabla 3.2).

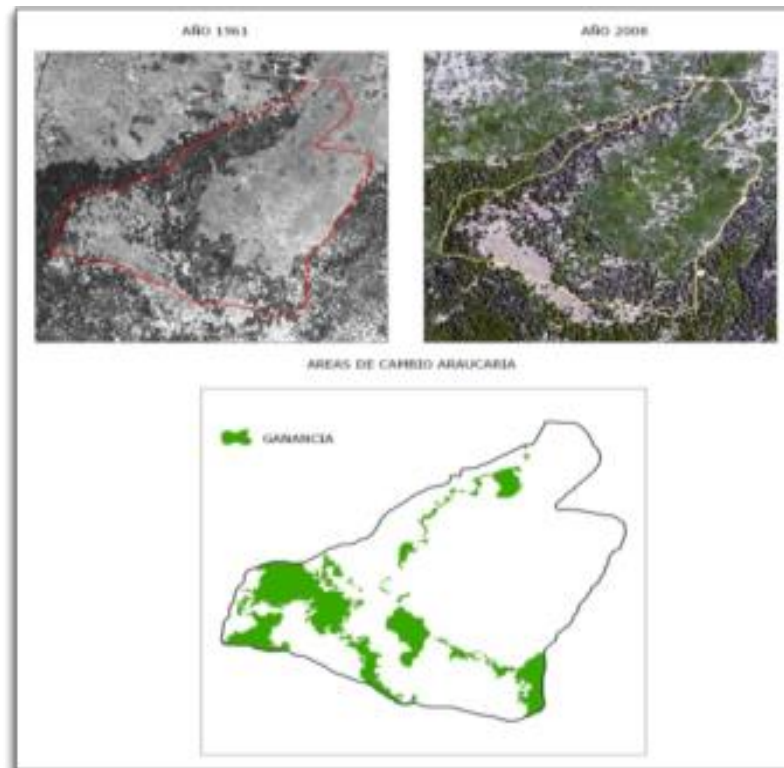
Consistentemente, la mayor pérdida de superficie se produce en el uso “Praderas y Matorrales” con una disminución de superficie de 49,1 ha (87,8%).

**Tabla 3.2** Matriz de cambio de usos de suelo. Predio Hijuela 12

Uso del Suelo (ha)		( 2008 )						
		Bosque Nativo				Plantaciones Forestales	Praderas y Matorrales	Sin vegetación
( 1961 )		Araucaria	Ciprés de la Cordillera	Lengua	Roble-Raulí-Coigue			
Bosque Nativo	Araucaria	23.9						23.9
	Ciprés de la Cordillera							
	Lengua	2.9		5.2				8.1
	Roble - Raulí - Coigue							
Plantaciones Forestales								
Praderas y Matorrales		11.5		37.6			6.8	55.9
Sin Vegetación								
<b>TOTAL</b>		<b>38.3</b>		<b>42.8</b>			<b>6.8</b>	<b>87.9</b>

El incremento del uso “Bosque Nativo” en el período analizado, obedece mayoritariamente a la colonización de superficie ocupada en el año 1961 por praderas y matorrales, especialmente en aquellas áreas de menor pendiente y exposición norte del predio, en las cuales la mayor luminosidad y la presencia de fuentes cercanas de semillas habrían favorecido la regeneración de Araucaria y Lengua, siendo mayor la expansión de esta última especie, debido a su agresiva dinámica de regeneración y mayor velocidad de crecimiento respecto de Araucaria.

Al respecto, Veblen (1982) y Burns (1991), coinciden en que el patrón de distribución y de asociación de *Araucaria araucana* con otras especies depende fuertemente de la exposición, formando a menudo en el límite altitudinal arbóreo de las exposiciones norte rodiales puros, pero mezclándose solo unos 100 m por debajo del límite con *Nothofagus pumilio*. A su vez, situaciones de espacios abiertos y claros con buena luminosidad favorecen la regeneración de Lenga por sobre *Araucaria*, dado que las especies del género *Nothofagus* son más intolerantes.



**Figura 3.2** Zonas de cambio de cobertura para Araucaria, Predio Hijuela 12.

### **Predio Hijuela Pino Huacho**

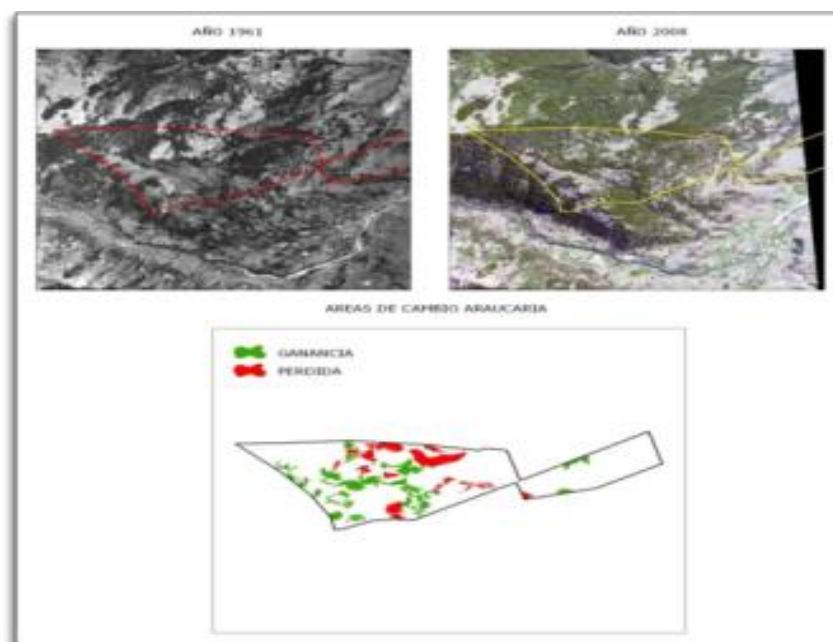
Como se aprecia en la Tabla 3.3, los principales cambios de uso en el predio Pino Huacho se producen en el uso “Bosque Nativo”, con un aumento neto de 38,1 (24,2%) respecto de la superficie existente en el año 1961, lo cual se explica por un aumento de 8,2ha en el tipo forestal Araucaria y 29,9 ha en el tipo forestal Lenga, representando un incremento porcentual neto de 5,3 % y 10,9% en la cobertura de los tipos forestales Araucaria y Lenga respectivamente.

Consecuentemente, la mayor pérdida se produce en el uso “Praderas y Matorrales”, el cual pierde 38.1 ha (31.9 %) de la cobertura existente en el año 1961 para dicho uso.

**Tabla 3.3.** Matriz de cambio de usos de suelo, Predio Pino Huacho.

Uso del Suelo (ha)		( 2008 )						
		Bosque Nativo				Plantaciones Forestales	Praderas y Matorrales	Sin vegetación
( 1961 )		Araucaria	C. de la Cordillera	Lenga	Roble-Raulí-Coigüe			
Bosque Nativo	Araucaria	130.6		17.5			6.7	154.8
	Ciprés de la Cordillera							
	Lenga							
	Roble - Raulí - Coihue							
Plantaciones Forestales								
Praderas y Matorrales		32.4		12.4			74.5	119.3
Sin Vegetación								
Total		163.0		29.9			81.2	274.1

Respecto de Araucaria, la mayor expansión de superficie con presencia de *Araucaria*, obedecería a la ocupación de espacios abiertos, cercanos a fuentes productoras de semillas, siendo ello coincidente con lo afirmado por Donoso (1998), en cuanto a que el mayor crecimiento de la especie se producen claros rodeados de bosque, donde la dispersión de semillas por gravedad favorece su regeneración en suelos desnudos expuestos a la luminosidad.



**Figura 3.3** Zonas de cambio de cobertura para Araucaria, Predio Pino Huacho.

**Predio El Indio.**

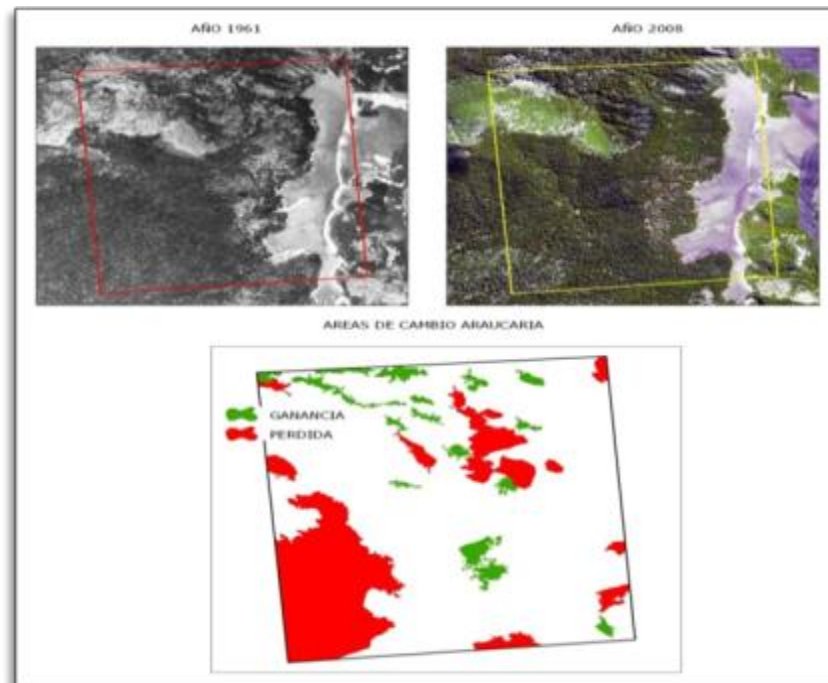
Como se desprende de la Tabla 3.4, el mayor cambio de cobertura durante el período de estudio (1961- 2008) se produce en el uso “Bosque Nativo”, el cual experimenta una ganancia neta de 51,1 ha (14,5 %), respecto de la cobertura inicial, explicándose dicho cambio por el aumento de 127,8 ha en el tipo forestal Lenga y la pérdida de 76,7 ha en el tipo forestal Araucaria. El segundo gran cambio en términos de superficie se produce en el uso “Praderas y Matorrales”, el cual experimenta una pérdida neta de cobertura de 47,9 ha (77,4 %). El uso “Sin Vegetación” pierde 3,2 ha (3,8%), las cuales aparecen ocupadas en el año 2008 por 1,8ha de Araucaria y 1,4 ha de Lenga.

**Tabla 3.4** Matriz de cambio de usos de suelo, Predio El Indio.

Uso del Suelo (ha)		( 2008 )						
		Bosque Nativo				Plantaciones Forestales	Praderas y Matorrales	Sin vegetación
( 1961 )		Araucaria	Ciprés de la Cordillera	Lenga	Roble- Raulí- Coigue			
Bosque Nativo	Araucaria	228.7		97.3				326.0
	Ciprés de la Cordillera							
	Lenga	2.5		23.5				26.0
	Roble - Raulí - Coigue							
Plantaciones Forestales								
Praderas y Matorrales		16.3		31.6			14.0	61.9
Sin Vegetación		1.8		1.4				84.9
<b>TOTAL</b>		<b>249.3</b>		<b>153.8</b>			<b>14.0</b>	<b>498.8</b>

La pérdida neta de 76,7 ha (23,5%) de cobertura de *Araucaria araucana* durante el período de estudio, podría explicarse por la fuerte explotación de la especie ocurrida antes del año 90 en las zonas bajas y con mejor acceso del predio, lo cual habría provocado una apertura del dosel y pérdida de árboles, generándose así condiciones favorables de temperatura y luminosidad para una rápida expansión de Lenga debido a su agresiva dinámica de regeneración y mayor velocidad de crecimiento.

No obstante ello, se constató el desarrollo de *Araucaria araucana* en áreas ocupadas inicialmente por bosques de Lenga, seguramente a partir de regeneración pre-existente que no se visualiza en la fotografía aérea del año 1961 y que experimenta un desarrollo a partir de las condiciones favorables que se generan con la apertura del dosel superior, lo cual habría posibilitado el desarrollo de la especie en los claros del bosque. Al respecto, varios autores indican que en bosques mixtos de *Araucaria-Nothofagus*, en estados sucesionales más avanzados, la estrategia de establecimiento en claros es también un importante modo de regeneración de *Araucaria araucana* (Veblen y Ashton, 1982; Burns, 1993; Veblen *et al.*, 1995; González *et al.*, 2006).



**Figura 3.4** Zonas de cambio de cobertura para Araucaria, Predio El Indio.

### Predio Lolco

Como se aprecia en la Tabla 3.5, el mayor cambio de uso en el predio Lolco se produce en el uso “Praderas y Matorrales”, que pierde una superficie de 1.782,4 ha (50,7%) a causa de la expansión de especies del Género *Nothofagus*, expandiendo por tanto, la superficie del uso “Bosque Nativo”, el cual presenta un incremento de 1.819,8 ha (19,1%), causado por el aumento de 1.013,7 ha (35,7%) en el tipo forestal Roble-Raulí-Coihue; 808,4 ha (64,8%) en el tipo forestal Lengua y 25,5 ha (15,3%) en el Tipo Forestal Ciprés de la Cordillera. El tipo forestal Araucaria sufre una pérdida neta de 0,5% equivalente a 27,8 hade la cobertura de la especie en el año 1961.

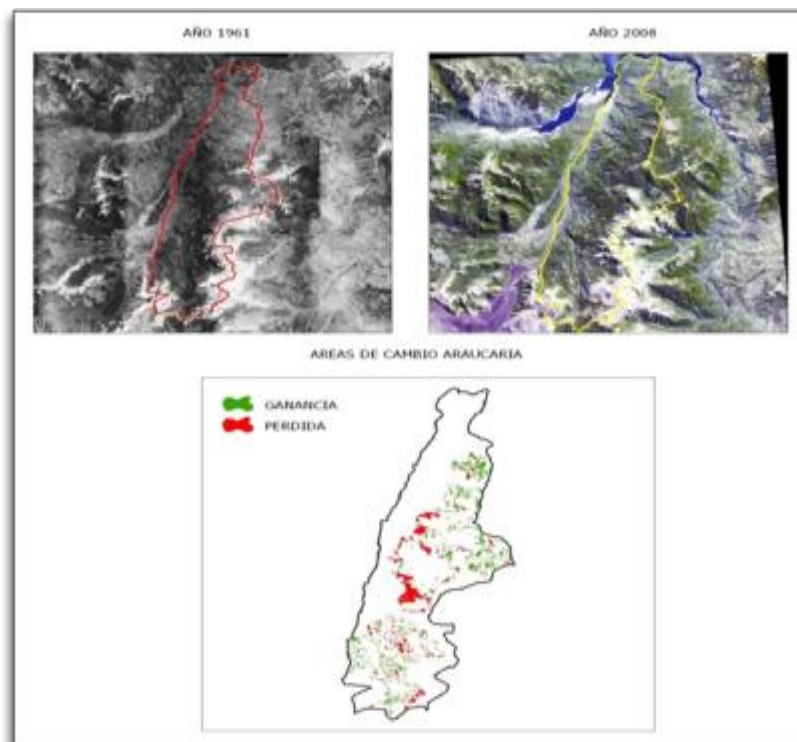
**Tabla 3.5.** Matriz de cambio de uso de suelo, Predio Lolco.

Uso del Suelo (ha)		( 2008 )							
		Bosque Nativo				Plantaciones Forestales	Praderas y Matorrales	Sin vegetación	TOTAL
( 1961 )		Araucaria	Ciprés de la Cordillera	Lenga	Roble- Raulí- Coigue				
Bosque Nativo	Araucaria	4,558.7		170.0	389.1		170.6	15.3	5,303.7
	Ciprés de la Cordillera		144.1		20.2		1.9	0.5	166.7
	Lenga	104.3		1,070.3	7.2	1.6	30.1	35.0	1,248.5
	Roble - Raulí - Coigue	42.8		68.4	2,625.8		88.6	10.7	2,836.3
Plantaciones Forestales									
Praderas y Matorrales		546.6	48.1	472.9	807.7	36.6	1,406.6	194.1	3,512.5
Sin Vegetación		23.5		275.3			32.3	1,744.8	2,075.8
<b>TOTAL</b>		<b>5,275.9</b>	<b>192.2</b>	<b>2,056.9</b>	<b>3,850.0</b>	<b>38.2</b>	<b>1,730.1</b>	<b>2,000.4</b>	<b>15,143.5</b>

En la Figura 3.5 se aprecia una abundante presencia de bosque nativo en terrenos cubiertos por praderas y matorrales en el año 1961, siendo la presencia de bosques de los tipos forestales Lengua y Roble-Raulí-Coihue en el entorno que actuaron como fuentes proveedoras de semillas el factor que habría facilitado la proliferación de especies colonizadoras y de mayor velocidad de crecimiento como lo son *Nothofagus dombeyi* y *Nothofagus pumilio*.

Por su parte, el aumento de superficie de Ciprés de la Cordillera (*Austrocedrus chilensis*), se habría generado en la apertura de claros en bosques donde la especie compartía espacios con especies del género *Nothofagus* y en espacios abiertos cuya cobertura inicial correspondía a arbustos y matorrales. Al respecto diversos autores nos indican que la dinámica de regeneración de *Austrocedrus chilensis*, se realiza en claros grandes o medianos del dosel formado por *Austrocedrus chilensis*, *Nothofagus obliqua*, *Nothofagus glauca* o *Nothofagus dombeyi*, donde se forman manchas de regeneración (Veblen y Lorenz, 1987, Le Quesne, 1988; Veblen et al., 1995; Donoso, 1993).

A su vez, la pérdida de superficie de *Araucaria araucana*, se explicaría por el avance de especies del género *Nothofagus*, favorecida por su facilidad para ocupar espacios abiertos debido a su mayor velocidad de regeneración, puesto que siendo *Araucaria araucana* una especie más tolerante, es capaz de establecerse en pequeña proporción en rodales coetáneos en la medida en que ellos se abren por autorraleo dejando pasar alguna luminosidad. En la medida que estos rodales maduran llegando a una etapa avanzada de equilibrio dinámico, ambas especies son capaces de regenerar mediante estrategia de claros, respondiendo *Nothofagus* más agresivamente a la regeneración en grandes claros debido a su mayor intolerancia (Donoso, 1998).



**Figura 3.5** Zonas de cambio de cobertura para Araucaria, Predio Lolco.

### 3.4.2 Balance General

Como se aprecia en la Tabla 3.6, el balance general de cambio de uso del suelo en los predios analizados muestra que la mayor variación se produce en el uso “Bosque Nativo” con un aumento neto de 1.958 ha, cifra que representa una ganancia neta de 19,4 % en la cobertura total de dicho uso durante el período de estudio.

En términos de pérdidas, los mayores cambios se producen en el uso “Praderas y Matorrales”, el cual cede más de la mitad de su extensión inicial (1.917,4 ha) a especies del Género *Nothofagus*, aunque también se observa establecimiento de plantaciones forestales y de los tipos forestales Araucaria y Ciprés de la Cordillera en dicho uso, correspondiéndose dichos cambios con los resultados arrojados por el estudio de actualización del catastro de bosque nativo realizado en la Región de la Araucanía, el cual indica que en el período 1993 – 2007 el uso “praderas y Matorrales” pierde 63.467,4 ha, principalmente a causa del establecimiento plantaciones forestales y la expansión del bosque nativo hacia dichas áreas (CONAF, 2009).



**Tabla 3.6.** Balance general de uso del suelo para el área de estudio

Uso del Suelo (ha)		( 2008 )							
		Bosque Nativo				Plantaciones Forestales	Praderas y Matorrales	Sin vegetación	TOTAL
( 1961 )		Araucaria	Ciprés de la Cordillera	Lenga	Roble-Raulí-Coigüe				
Bosque Nativo	Araucaria	4,941.9		284.9	389.1		177.3	15.3	<b>5,808.5</b>
	Ciprés de la Cordillera		144.1		20.2		1.9	0.5	<b>166.7</b>
	Lenga	109.7		1,098.9	7.2	1.6	30.1	35.0	<b>1,282.5</b>
	Roble - Raulí - Coigüe	42.8		68.4	2,625.8		88.6	10.7	<b>2,836.3</b>
Plantaciones Forestales									
Praderas y Matorrales		606.8	48.1	554.3	807.7	36.6	1,502.0	194.1	<b>3,749.6</b>
Sin Vegetación		25.3		276.8			32.3	1,826.4	<b>2,160.8</b>
<b>TOTAL</b>		<b>5,726.5</b>	<b>192.2</b>	<b>2,283.3</b>	<b>3,850.0</b>	<b>38.2</b>	<b>1,832.2</b>	<b>2,082.0</b>	<b>16,004.4</b>

El análisis de variaciones por tipo forestal muestra que durante el período de estudio se produce un aumento de 1.013,7 ha (35,7%) en el tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe; 1.000,8 ha (78,0%) en el tipo forestal Lenga, y 25,5 ha (15,3%) en el tipo forestal Ciprés de la Cordillera, disminuyendo en 81,9 ha (1,4%) la cobertura del tipo forestal Araucaria, estando explicados dichos cambios, fundamentalmente por la dinámica de regeneración propia de las especies involucradas, especialmente las del género *Nothofagus*, que en ausencia de grandes fenómenos alogénicos y especialmente la ausencia de talas indiscriminadas, expanden su presencia hacia terrenos cubiertos inicialmente por praderas y matorrales, favoreciéndose además dichos procesos por la existencia de abundantes fuentes proveedoras de semillas en las cercanías, lo cual resulta coherente con los resultados del estudio sobre Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile (CONAF, 2011), en el cual se indica que las principal causal de cambio de la superficie de bosque nativo, es el crecimiento y expansión natural de las masas forestales hacia el subuso matorral y, que en las regiones del centro sur, las principales pérdidas se explican por la cosecha de bosques y establecimientos de plantaciones forestales.

Coincide además con lo planteado por diversos autores, quienes indican que las principales causas de transformación del paisaje en el centro y sur del país fueron inicialmente la habilitación de terrenos para la agricultura y, posteriormente, la expansión de las plantaciones forestales (Donoso y Lara 1995, Cisterna *et al.* 1999, CONAF 1999, Sanhueza y Azocar, 2000).

### 3.5 Conclusiones

1. En términos de superficie los mayores cambios de cobertura en el área de estudio se produjeron en los usos “Bosque Nativo” y “Praderas y Matorrales” con un aumento neto de 1.958 ha (19,4%) y una pérdida neta de 1917,4ha (51,1%) respectivamente.
- 1.2. En el uso “Bosque Nativo”, destaca el aumento de la cobertura de especies del género *Nothofagus*, con incrementos netos de 1.013,6 ha (35,7%) en el tipo forestal Roble-Raulí-Coihue y 1.007,7 ha (78,0%) en el tipo forestal Lengua. Ciprés de la Cordillera aumenta su cobertura en 25,5 ha (15,3%).
- 1.3. La cobertura de *Araucaria araucana* presentó una disminución neta de 81,9 ha (1,4%) respecto de la cobertura existente en el año 1961, probablemente a causa de explotaciones realizadas con anterioridad a la declaración de monumento natural de la especie, durante el período de estudio. *Araucaria* ha ocupado principalmente terrenos cubiertos originalmente por bosques de *Nothofagus* y en menor medida por praderas y matorrales.
- 1.4. El incremento de la superficie de bosque nativo, se produjo mayoritariamente en áreas inicialmente cubiertas por praderas y matorrales o desprovistas de vegetación, las cuales son colonizadas por especies del género *Nothofagus*, debido fundamentalmente a la dinámica de regeneración propia de las especies presentes en el área de estudio, las cuales en presencia de abundantes fuentes productoras de semillas en el entorno, de favorables condiciones edafoclimáticas, de la ausencia de fenómenos alógenicos de envergadura y, especialmente de talas indiscriminadas, expresan su potencial natural sin mayores restricciones.
- 1.5. Aunque en menor proporción, se pudo observar *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus dombeyi* ocuparon áreas cubiertas inicialmente por *Araucaria araucana* y también el fenómeno inverso. Ello debido a la dinámica de regeneración de las especies involucradas, que en el corto plazo favorece a las especies del género *Nothofagus*, pero que paulatinamente con la ocurrencia de procesos autoecológicos permite el desarrollo de *Araucaria araucana*.

### 3.6 Referencias

- AGUAYO, M., WIEGAND, T., AZOCAR, G., WIEGAND, K., and C. VEGA (2007). Revealing the driving forces of mid-cities urban growth patterns using spatial modeling: a case study of Los Angeles, Chile. *Ecology and Society*, 12, 13.
- ALTAMIRANO, A., ECHEVERRÍA, C., y A. LARA (2007). Efecto de la fragmentación forestal sobre la estructura vegetal de las poblaciones amenazadas de *Legrandia concinna* (Myrtaceae) del centro-sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 80, 27-42.
- AZOCAR, G., ROMERO, H., SANHUEZA, R., VEGA, C., and M. AGUAYO (2007). Urbanization patterns and their impacts on social restructuring of urban space in Chilean mid-cities: The case of Los Angeles, central Chile. *Land Use Policy*, 24, 199-211.
- BASCUR, F., BLANCO, S., CHIANG, A., CONTRERAS, M., FERNÁNDEZ, C., GILCHRIST, J., GONZÁLEZ, L., GUERRA, G., y M. RODRIGUEZ (1987). Diagnóstico del Área de Distribución del Tipo Forestal Araucaria. Informe Final. Dpto. de Manejo de Recursos Forestales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 50pp.
- BENZ, U., HOFMANN, P., WILLHAUCK, G., LINGENFELDER, I., and M. HEYNEN (2004). Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 58, 239-258.
- BROVKIN, V., SITCH, S., VON BLOH, W., CLAUSSEN, M., and E. BAUER (2004). Role of land cover changes for atmospheric CO<sub>2</sub> increase and climate change during the last 150 years. *Global Change Biology*, 10, 1253-1266.
- BURNS, B. (1991). The regeneration dynamics of *Araucaria araucana*. PhD Thesis Dept Geography, University of Colorado. USA. 211pp.
- BURNS, B. (1993). Fire-induced dynamics of *Araucaria araucana*-*Nothofagus antarctica* forest in the southern Andes. *Journal of Biogeography*, 20(6), 669-685.
- CHASE, T., PIELKE, R., KITTEL, T., NEMANI, R., and S. RUNNING (2000). Simulated impacts of historical land cover changes on global climate in northern winter. *Climate Dynamics*, 16, 93-105.
- CISTERNA, M., MARTÍNEZ, P., OYARZÚN, C., y P. DEBELS (1999). Caracterización del proceso de reemplazo de vegetación nativa por plantaciones forestales en una cuenca lacustre de la cordillera de Nahuelbuta, VIII Región, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 72, 541-556.
- CLAUSSEN, M., BROVKIN, V., and A. GANAPOLSKI (2001). Biogeophysical vs biogeochemical feedbacks of large – scale land cover change. *Geophysical Research Letters*, 28, 111-114.
- CONAF (2011). Catastro de Uso del Suelo y Vegetación Período 1993-2007. Monitoreo y Actualización Región de la Araucanía. Santiago, Chile. 26pp.
- CONAF y CONAMA (2009). Catastro de Uso del Suelo y Vegetación Período 1993 - 2007. Monitoreo y Actualización Región de la Araucanía. Santiago, Chile. 26pp.

- CONAF, CONAMA y BIRF (1999). Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe Nacional con Variables Ambientales. Proyecto CONAF/CONAMA/BIRF. Santiago, Chile. 87pp.
- DEFINIENS (2000). eCognition professional User Guide. 4th Edition. Germany. 485pp.
- DEFRIES, R., BOUNOUA, L., and G. COLLATZ (2002). Human modification of the landscape and surface climate in the next fifty years. *Global Change Biology*, 8, 438-458.
- DONOSO, C. (1993). Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Primera Edición. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 484pp.
- DONOSO, C. (1998). Bosques templados de Chile y Argentina; Variación, estructura y dinámica. Cuarta Edición. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 483 pp.
- DONOSO, C. y LARA, A. (1995). Utilización de los bosques nativos en Chile: pasado, presente y futuro. En J. Armesto, C. Villagrán y M. Arroyo (Eds.). *Ecología de los Bosques Nativos de Chile* (pp 363-388). Editorial Universitaria. Santiago. Chile.
- ECHEVERRÍA, C., COOMES, D., SALAS, J., REY-BENAYAS, J., LARA, A., and A. NEWTON (2006). Rapid deforestation and fragmentation of Chilean Temperate Forests; Department of Plant Sciences, University of Cambridge, Cambridge CB2 3EA, UK. *Biological Conservation* Oxford: Elsevier, 130 (4), 481-494.
- FOLEY, J., DEFRIES, R., ASNER, G., BARFORD, G., and C. BONAN (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309, 570-574.
- FUENTES, E. (1988). Sinopsis de paisajes de Chile central. En E. Fuentes y S. Prenafeta (Eds.), *Ecología del paisaje en Chile central. Estudios sobre sus espacios montañosos* (pp 17-27). Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- FUENTES, E. and CARRASCO, M. (1984). Problems of resource management and land use in two mountain regions of Chile. In F. Di Castri, F. Baker and M. Hadley (Eds.). *Ecology in practice* (pp 315-330). Tycooly international, Dublin, Irlanda.
- FUENTES, E. and HAJEK, E. (1979). Patterns of landscape modification in relation to agricultural practice in central Chile. *Environmental Conservation*, 6, 265-271.
- GOLDEWIJK, K. (2001). Estimating global land use change over the past 300 years: The HYDE Database. *Global Biogeochemical Cycles*, 15, 417-433.
- GONZÁLEZ, M., CORTÉS, M., IZQUIERDO, F., GALLO, L., ECHEVERRÍA, C., BEKKESSY, S., y P. MONTALDO (2006). *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch.; *Araucaria* (o) Pehuén, Piñonero, Pino Araucaria, Pino Chileno, Pino Neuquen, Monkey Puzzle tree. En: C. Donoso (Ed.). *Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina: Autoecología* (pp 36-53). Valdivia, Chile.
- HENRÍQUEZ, C. y AZÓCAR, G. (2007). Propuesta de modelos predictivos en la planificación territorial y evaluación de impacto ambiental. Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales [en línea] Barcelona. Universidad de Barcelona. Vol XII, núm. 245 (41) <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-24541.htm> (ISSN: 1138-9788)>. [Consulta: 01 de agosto de 2007]
- HOUGHTON, R., HACKLER, J., and K. LAWRENCE (1999). The US carbon budget: Contributions from land-use change. *Science*, 285, 574-578.

- LAMBIN, E., TURNER, B., GEIST, H., AGBOLA, S., and A. ANGELSEN (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, 11, 261-269.
- LARA, A., ARAYA, L., CAPELLA, J., FIERRO, M., y A. CAAVIERES (1989). Evaluación de la destrucción y disponibilidad de los recursos forestales nativos en la VII y VIII Región. Informe Técnico, Comité Pro Defensa Fauna y Flora. Santiago, Chile. 22pp.
- LARA, A., DONOSO, C., y J. ARAVENA (1996). La Conservación del Bosque Nativo de Chile: Problemas y Desafíos. En J. Armesto, C. Villagrán y M. Arroyo (Eds.). *Ecología de los Bosques Nativos de Chile* (pp 335-362). Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
- LE QUESNE, C. (1988). Caracterización de Bosques de Ciprés de la Cordillera (*Austrocedrus chilensis* (D.Don.) Florin et Boutelje), en Radal 7 Tazas, VII Región, Chile. Tesis, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 125pp.
- MATSON, P., PARTON, W., POWER, A., and M. SWIFT (1997). Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, 277, 504-509.
- NRC (2001). Grand challenges in environmental sciences. Committee on Grand Challenges in Environmental Sciences. National Research Council, National Academy Press, Washington, DC. USA. 106pp.
- PAUCHARD, A., AGUAYO, M., PEÑA, E., and R. URRUTIA (2006). Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: The case of a fast-growing metropolitan area (Concepción, Chile). *Biological Conservation* 127, 272-281.
- PIMM, S. and RAVEN, P. (2000) Biodiversity - Extinction by numbers. *Nature*, 403, 843-845.
- RAMANKUTTY, N. and FOLEY, J. (1999). Estimating historical changes in global land cover: Croplands from 1700 to 1992. *Global Biogeochemical Cycles*, 13, 997-1027.
- SALA, O., CHAPÍN, F., ARMESTO, J., BERLOW, E., and J. BLOOMFIELD (2000). Biodiversity - Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287, 1770-1774.
- SANHUEZA, R. y AZOCAR, G. (2000). Transformaciones ambientales provocadas por los cambios económicos de la segunda mitad del siglo XIX; provincia de Concepción. *Revista Geográfica de Chile Terra Australis*, 45, 181-194.
- SHIBA, M. and ITAYA, A. (2006). Using eCognition for improved forest management and monitoring systems in precision forestry. In P. Ackerman, D. Längin and M. Antonides (Eds.). *Precision Forestry in plantations, semi-natural and natural forests* (pp 351-359). Proceedings of the International Precision Forestry Symposium, Stellenbosch University, South Africa, March 2006. Stellenbosch University, Stellenbosch.
- VEBLEN, T. (1982). Regeneration patterns in *Araucaria araucana* forests in Chile. *Journal of Biogeography*, 9, 11-28.
- VEBLEN T. y ASHTON, D. (1982). The Regeneration Status of *Fitzroya cupressoides* in the Cordillera Pelada, Chile. *Biological Conservation*, 23, 141-161.
- VEBLEN, T., BURNS, B., KITSBERGER, T., LARA, A., y R. VILLALBA (1995). The Ecology of the Conifers of Southern South America. In N. Enright and R. Hill (Eds.). *Ecology of the Southern Conifers* (pp 120-155).

VEBLEN, T. and LORENZ, D. (1987). Post-Fire stand development of *Austrocedrus-  
Nothofagus* forest in northern Patagonia. *Vegetation*, 71, 113-126.

VITOUSEK, P., MOONEY, H., LUBCHENCO, J., and J. MELILLO (1997). Human  
domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277, 494-499.

WILSON, K., NEWTON, A., ECHEVERRÍA, C., WESTON, C., and M. BURSMAN (2005).  
A vulnerability analysis of the temperate forest of south central Chile. *Biological  
Conservation*, 122, 9-21.

## **Capítulo 4**

**Estructura, Riqueza y Diversidad en Bosques de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch localizados en la Región de La Araucanía, Chile.**

## Resumen

*Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch, es una especie de la familia de las *Araucariaceae* endémica de los bosques subantárticos de América del Sur, que presenta una distribución natural que va desde el paralelo 37°27' hasta el paralelo 40°03' latitud sur, encontrándose la especie restringida a dos áreas discontinuas que abarcan la Cordillera de los Andes y de la Costa en Chile y la Cordillera de Los Andes en Argentina.

En Chile la especie alcanza una cobertura de 253.739 ha, de las cuales 91.043 ha (35,9%) se encuentran incluidas en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). *Araucaria* es una especie de lento crecimiento y gran longevidad que conforma asociaciones con especies del Género *Nothofagus* en las cuales forma bosquetes puros o mixtos con estructura de monte alto irregular.

En cuanto a su estatus de conservación, actualmente *Araucaria araucana* es una especie catalogada como vulnerable según los criterios de la Unión Internacional Para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) y el reglamento de la Ley 19.300 Sobre Bases Generales del Medio Ambiente de Chile.

Se encuentra además incluida en el Apéndice I de la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas Fauna y Flora y Silvestres (CITES), y posee la condición de Monumento Natural en Chile desde el año 1976, siendo años más tarde retirada esa calidad que le fue devuelta en 1990, a raíz de lo cual la especie no solamente está impedida de ser comercializada internacionalmente, sino que también posee una prohibición absoluta de corta en el país.

En base a los resultados de un inventario forestal realizado durante el año 2010, el presente trabajo analizó la estructura, dinámica y diversidad en bosques de *Araucaria araucana* intervenidos bajo la modalidad de cortas selectivas durante la vigencia del D.S. 141 en Chile.

Los resultados del estudio muestran que los bosques de *Araucaria* localizados en el área de estudio se corresponden con la distribución de las asociaciones vegetales tipificadas como “*Araucaria – Lenga*” y “*Araucaria – Coigüe*”, presentan la estructura de monte alto irregular típica de la especie, aunque con escasos individuos en las clases diamétricas mayores producto de antiguos aprovechamientos que no afectaron mayormente la diversidad y riqueza arbórea que presentan una alta homogeneidad y se corresponden con los antecedentes aportados por diversos autores para dichas variables en bosques de *Araucaria* localizados en las comunas de Curacautín y Lonquimay, no ocurriendo lo mismo con la dinámica y regeneración de la especie, aspectos que presentan serias alteraciones y reducciones producto de las intervenciones realizadas a finales de la década de los ochenta.

Palabras claves: *Araucaria*, planes de manejo, inventario forestal, estructura, clases diamétricas, diversidad, riqueza regeneración.



## Summary

*Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch, a member of the family *Araucariaceae*, is endemic to the subantarctic forests of South America, ranging from latitude 37°27' South to latitude 40°03' South, the species is restricted to two separate areas in the Andes Mountain Range of Chile and Argentina and the Nahuelbuta mountains in the Coastal Range of Chile.

In Chile the *Araucaria* forest type covers 253,739 ha, 91,043 of them (35.9%) are within National Parks and Reserves. The species is slow growing and long lived, usually associated with species of the genus *Nothofagus*, forming small pure or mixed uneven aged stands regenerated from seed. Regarding its conservation status, *Araucaria* is listed as Vulnerable according to the criteria set by the International Union for Conservation of Nature (IUCN) and under Chile's Environmental law (law 19.300).

It is listed in Appendix I of the International Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna (CITES) and was first given the legal status of Nature Monument in Chile in 1976, later delisted and regaining such status in 1990; thus the species cannot be traded internationally and additionally cannot be logged or traded at the national level as well.

Based on the results of a forest inventory carried out in 2009, the research reported here analyzed the structure, dynamics and species diversity in *Araucaria araucana* forests subject to selection cutting during the delisting interval.

The results show that the *Araucaria araucana* forests within the study area correspond to the *Araucaria – Lenga* and *Araucaria – Coigüe* plant associations, the *Araucaria* component is uneven aged and originated from seed, characteristics that are typical of the species. There are very few trees in the larger diameter classes, the product of logging activities a long time ago, a fact that did not modify diversity and species richness that remain very homogeneous; such variables showing close correspondence with the figures reported by various authors for Curacautín and Lonquimay. Much to the contrary, forest dynamics and regeneration were strongly affected and diminished following forest operations in the late eighties.

Keywords: *Araucaria*, forest inventory, structure, diameter class, diversity, species richness, regeneration.

## 4.1 Introducción

*Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch es una especie de la familia de las *Araucariaceae* endémica del hemisferio sur que se encuentra formando bosques naturales en las zonas subantárticas de América del Sur, estando restringida a la Cordillera de los Andes de Chile y Argentina y la Cordillera de Nahuelbuta en Chile.

Las asociaciones vegetales en las que se encuentra presentan estructuras variables, pudiendo formar rodales puros, coetáneos o heterocoetáneos, o estar en compañía de otras especies, principalmente del género *Nothofagus*, como son Coigüe (*Nothofagus dombeyi*), Roble (*Nothofagus obliqua*), Ñirre (*Nothofagus antarctica*) o la Lengua (*Nothofagus pumilio*). En la mayoría de los casos *Araucaria* ocupa las zonas más elevadas de estas formaciones, distinguiéndose dentro de ellas por su hábito aparasolado.

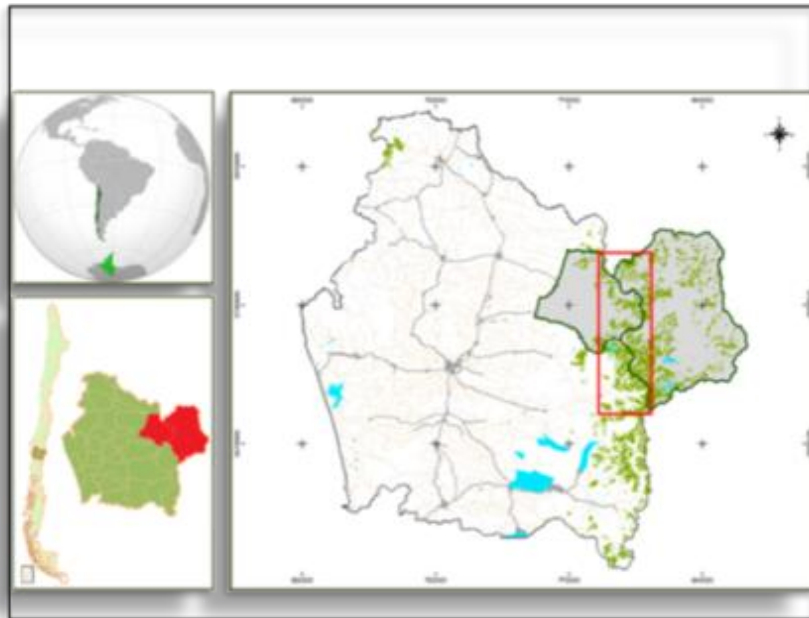
La fuerte explotación a que fue sometida *Araucaria araucana* hasta finales de la década de los sesenta, el interés y preocupación de la comunidad científica y de los Estados del área de distribución, su singular valor ecológico, la connotación sociocultural y su condición de especie vulnerable, motivaron su inclusión en la Convención Internacional Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y la posterior declaración como Monumento Natural en Chile, estando, a partir de ello prohibida en Chile la tala de árboles vivos, la alteración de su hábitat y el comercio internacional de la especie.

Sin embargo, y no obstante el consenso alcanzado por los investigadores respecto de la inexistencia de limitaciones biológicas serias para su manejo y del método silvicultural recomendado para la especie, la moratoria impuesta en el año 1990 ha desincentivado la realización de investigación silvícola aplicada, dificultándose así el análisis respecto de los efectos del método silvicultural recomendado para la especie y sobre la factibilidad de manejar efectivamente los bosques de *Araucaria* con criterios de sustentabilidad, en virtud de lo cual, aprovechando los resultados de un inventario forestal realizado en el año 2009, el presente estudio analiza los efectos de las intervenciones silvícolas realizadas a fines de la década de los ochenta en la estructura, dinámica, diversidad y regeneración de bosques de *Araucaria* localizados en la Región de la Araucanía de Chile.

## 4.2 Descripción de la zona de estudio

### 4.2.1 Ubicación

La Región de la Araucanía de Chile (Figura 4.1), limita al norte con la VIII Región del Bío-Bío, al este con la República de Argentina, al sur con la XIV Región de los Ríos y al oeste con el Océano Pacífico. La Región está conformada por las provincias de Cautín y Malleco, dividiéndose esta última provincia en once comunas. El área de estudio se ubica en un polígono de aproximadamente 300.000 ha situado en las comunas de Curacautín y Lonquimay, entre las cuales se ubica la Cordillera de las Raíces y el Volcán Lonquimay. Destacan además las lagunas Galletué e Icalma, el nacimiento del río Bío-Bío y los volcanes Tolhuaca, Lonquimay y Llaima.



**Figura 4.1** Localización de la zona de estudio.

#### 4.2.2 Geomorfología

El relieve de la IX Región está determinado por tres grandes rasgos fisiográficos típicos que se desarrollan paralelos al Océano Pacífico: la Cordillera de la Costa con la planicie costera, la Depresión Intermedia y la Cordillera de los Andes donde se localiza el área de estudio (Fig. 4.1). Curacautín comparte características del ámbito precordillerano, con colinas y evidencias de un intenso acarreo fluvio-glaciar, a su vez, la Cordillera Andina, en su borde occidental, define mejor la situación de Lonquimay, cuya topografía adquiere frecuentemente un carácter accidentado, hecho que repercute de manera determinante en los espacios humanos y económicos de la comuna (Peralta, 1980).

El sector oeste del área de estudio forma parte de la depresión intermedia, con lomas suaves y la evidencia de acciones fluvio-glaciares que determinaron su fisonomía. El sector central, se encuentra inserto en la precordillera andina, con una fisiografía muy abrupta, marcada por accidentes glaciovolcánicos que dieron origen a lagos inmersos en zonas montañosas abruptas.

Al este la presencia de la Cordillera de los Andes condiciona el escenario edáfico. Estas comunas, se encuentran en el margen occidental del arco volcánico de los Andes. Están constituidas por sedimentos volcanoclásticos, de la Formación Malleco (Plioceno-Pleistoceno inferior), por el Grupo Plutónico Melipeuco (Mioceno), y en menor proporción por sedimentos marinos de los Estratos de Huichahue y el miembro Guapitrio de la Formación Curamallin (Mioceno). Por encima de estas unidades se encuentra el material lávico procedente de las actividades volcánicas de los volcanes Tolhuaca, Lonquimay y Llaima, y por sedimentos de los depósitos fluviales cuaternarios.

El volcanismo activo, los conos de soliflucción periglacial, la erosión glacial, las depresiones lacustres, el llano Central ondulado y bien irrigado, son un conjunto de rasgos cualitativos que, en su integración, dan una gran variedad y riqueza de paisajes. Los procesos morfogenéticos predominan sobre la pedogénesis, en donde las limitaciones que la geomorfología presenta tienen relación con los procesos erosivos en manto y lineal. Las unidades de relieve más importantes son: llanos de sedimentación fluvial, llano central con morrenas y conos de soliflucción periglacial, precordillera sedimentaria en paños aislados, lacustre de barrera morrénica y cordillera volcánica activa (Peralta, 1980).

Los principales elementos del relieve son los volcanes Tolhuaca, Lonquimay y Llaima. El volcán Tolhuaca es un estrato volcán que ha tomado forma con la erosión glacial, lo que contrasta con las laderas relativamente suaves de su vecino y gemelo Lonquimay, que es más reciente. Éste último está inserto en el interior de la Reserva Nacional de Malalcahuello-Nalcas. El volcán Llaima corresponde a un volcán compuesto, mixto y de escudo, con una caldera sepultada de aproximadamente 8 Km de diámetro y está rodeado por cerca de 40 conos adventicios, además de pequeñas fisuras (Naranjo *et al.* 1991; Suarez y Emparan, 1997).

#### 4.2.3 Clima

El clima predominante en la zona es el Polar Microtermal Estenotérmico Perhídrico, propio de la Alta cordillera. El Distrito Agroclimático 810.2 presenta un régimen térmico que se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima de enero de 14,8° C y una mínima de julio de -0,9° C.

El período libre de heladas es de 0 días, con un promedio de 188 heladas por año. Registra anualmente 188 días-grado y 6.435 horas de frío. El régimen hídrico observa una precipitación media anual de 3.311 mm, un déficit hídrico de 95 mm y sin período seco. La gran altitud del distrito determina un verano fresco y un invierno con régimen de heladas severo (Novoa y Villaseca, 1989, Drake, 2004).

### 4.3 Vegetación

#### 4.3.1 Asociaciones vegetales

La Región del Bosque Andino-Patagónico que se extiende desde los 37° de latitud sur, hasta el extremo sur, ocupa el límite altitudinal superior de la vegetación en su área norte y señala en el extremo sur su límite con la estepa patagónica, se caracteriza por la presencia dominante de Lengua (*Nothofagus pumilio*), especie de tipo caducifolio micrófilo, que participa en mayor o menor medida en las distintas comunidades presentes en el territorio de la región (Gajardo, 1994).

En la Cordillera de los Andes *Araucaria araucana* limita con las nieves eternas, formando bosques en el límite de la vegetación arbórea. En algunos sectores, poblaciones de estas especies se conectan entre las dos vertientes de la Cordillera a través de valles andinos o constituyendo poblaciones discontinuas. En el límite de la vegetación arbórea, *Araucaria* se asocia generalmente con *Nothofagus pumilio* y *Nothofagus antarctica*.

Uno de los factores del cual depende la distribución y asociación de *Araucaria* es la exposición, puesto que si se trata de exposiciones norte en el límite altitudinal forma bosques puros, lo cual no ocurre en la exposición sur, donde *Nothofagus pumilio* forma rodales puros por sobre los de *Araucaria*.

En los sectores bajos de rango altitudinal y por el lado chileno se asocia generalmente con *Nothofagus pumilio*, mientras que en valles de mayor altitud con *Nothofagus antarctica*. Estos bosques limitan en la parte inferior de su altitud con los tipos forestales Roble-Raulí-Coigüe y Coigüe-Raulí-Tepa, normalmente asociado con *Nothofagus dombeyi*.

En la Cordillera de la Costa a mayor altitud *Araucaria araucana* se asocia con *Nothofagus pumilio* y con *Nothofagus dombeyi*. En altitudes inferiores, se asocia con *Nothofagus alpina* y *Nothofagus obliqua*. Además en las especies del género *Nothofagus*, se asocia con especies como *Drimys winteri*, *Saxegothea conspicua*, *Eucryphia cordifolia*, *Weinmannia trichosperma* y ocasionalmente *Laurelia sempervirens* o *Laurelia philippiana* (Donoso, 1993).

La asociación del Bosque Caducifolio Alto-Andino con *Araucaria*, que es el bosque de *Araucaria* - Lenga (*Araucaria araucana* - *Nothofagus pumilio*), se distribuye por las laderas altas y cumbres de los macizos cordilleranos, especialmente en la IX Región. La composición florística y la fisonomía de sus asociaciones responde primariamente a una gradiente de precipitación, reflejada en la posición ambiental que ocupan en altitud y exposición. En esta formación son frecuentes los sustratos de naturaleza volcánica, que se reflejan fuertemente en la distribución horizontal de la comunidad (Luebert y Pliscoff, 2006).

En Argentina, *Araucaria araucana* se asocia con *Austrocedrus chilensis* formando bosques mixtos en sitios secos y lugares rocosos o en sectores más húmedos, como los cercanos a cursos de agua, comunes en los ecotonos de bosques mésicos y la estepa patagónica (Donoso, 2006; González *et al.*, 2006).

#### 4.3.2 Comunidades Vegetales

*Araucaria araucana* participa en diversas comunidades vegetales, cada una de ellas con una fisonomía característica. En las vertientes occidentales de la Cordillera de los Andes forma parte del bosque perennifolio templado de Coigüe, en tanto que en las vertientes orientales andinas conforma la estepa de gramíneas perennes y arbustos xerofíticos (Gajardo, 1980; Gajardo, 1994).

La comunidad vegetal *Araucaria* - Lenga, es la comunidad más característica y ampliamente repartida en esta formación, correspondiendo al nivel altitudinal superior, presentando ella una muy alta intervención debido a las explotaciones forestales realizadas en “*Araucaria*-Coigüe”; y “*Araucaria*-Coirón”.

Las especies representativas de la comunidad vegetal “*Araucaria*-Lenga” son *Araucaria araucana* y *Nothofagus pumilio*. La comunidad “*Araucaria*-Coigüe”, distribuida en los sectores medios de las laderas occidentales de la Cordillera de los Andes, tiene como especies arbóreas representativas a *Araucaria araucana* (*Araucaria*), *Nothofagus dombeyi* (Coigüe), *Pseudopanax laetevirens* (Sauco del diablo), *Desfontainia spinosa* (Taique).

A su vez, “*Araucaria-Coirón*”, ocupa las posiciones ambientales más limitantes, distribuyéndose en las más altas cumbres sobre roqueríos, en la vertiente oriental más árida y en los campos de lava volcánica, penetrando en ciertos casos formaciones esteparias. Las especies representativas de esta comunidad vegetal son *Araucaria araucana*, *Festuca scabriuscula*, *Poa obvalata* y *Quinchamalium chilense* (Luebert y Pliscoff, 2006).

### 4.3.3 Pisos vegetales

Desde el punto de vista altitudinal, Luebert y Pliscoff, (2006) ubican los bosques con presencia de *Araucaria* en cuatro pisos de vegetación; Bosque Caducifolio Templado Andino de *Nothofagus pumilio* y *Araucaria araucana*; Bosque Resinoso Templado Costero de *Araucaria araucana*; Bosque Resinoso Templado Andino de *Araucaria araucana* y *Nothofagus dombeyi*, y Bosque Resinoso Templado Andino de *Araucaria araucana* y *Festuca scabriuscula*.

El bosque caducifolio templado andino dominado por *Nothofagus pumilio* y *Araucaria araucana* se encuentra presente en las laderas altas de la Cordillera de los Andes de la región del Bío-Bío y de la Araucanía en Chile, entre los 1.300 y 1.600 m.s.n.m., piso bioclimático supratemplado, hiperhúmedo e hiperoceánico, encontrándose parte de este piso en la variante templada submediterránea.

Por su parte, el bosque resinoso templado costero de *Araucaria araucana* se encuentra presente en las laderas y altas cumbres de Nahuelbuta (1.000 - 1.500 m.s.n.m.), bajo la influencia de los pisos bioclimáticos supratemplado y orotemplado inferior (submediterráneo) hiperhúmedo e hiperoceánico, que se ven individualizadas por la presencia de *Araucaria araucana* asociada principalmente con *Nothofagus dombeyi*, pero en las que también se encuentran bosques y matorrales caducifolios de *Nothofagus pumilio* y *Nothofagus antarctica* a los que se encuentra asociada la *Araucaria*.

A su vez, el bosque resinoso templado andino de *Araucaria araucana* y *Nothofagus dombeyi*, se ubica en las altas laderas de la Cordillera de los Andes de la región de la Araucanía, entre 800 y 1.300 m.s.n.m. y está asociado al piso bioclimático supratemplado (submediterráneo) hiperhúmedo y oceánico.

Finalmente, el Bosque resinoso templado andino de *Araucaria araucana* y *Festuca scabriuscula* se encuentra en las laderas y mesetas altas de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, entre 1.300 y 1.600 m, de la región de la Araucanía, Chile, en los pisos bioclimáticos supratemplado inferior (submediterráneo) húmedo superior e hiperhúmedo inferior oceánico. Se encuentra también en las zonas adyacentes de la provincia de Neuquén, Argentina. Se trata de un bosque muy abierto donde destaca la presencia de *Araucaria araucana* en un estrato arbóreo muy disperso bajo el que se encuentra muy bien diferenciado un estrato inferior con plantas arbustivas y herbáceas propias de la pradera andina como *Festuca scabriuscula*, *Poa tristigmatica* y *Quinchamalium chilense*. Ocasionalmente pueden estar presentes *Nothofagus pumilio* y *Nothofagus antarctica*, pero con abundancias bajas (Oberdorfer, 1960; Montaldo, 1974; Ramírez, 1978; Veblen y Schegel, 1982; Gajardo, 1994; Eskuche, 2002; Luebert et al. 2003).

#### 4.3.4 Tipos Forestales

La tipología forestal o “tipos forestales” de Chile corresponde a una clasificación realizada en la década de los ochenta (Donoso, 1981), en la cual se definieron oficialmente los tipos forestales, esclerófilo, con los subtipos Espinal, rodales mixtos de especies esclerófilas y los bosques hidrófilos de quebradas; el tipo forestal Palma Chilena (*Jubaea chilensis*); el tipo forestal Roble-Hualo (*Nothofagus obliqua* - *Nothofagus glauca*), formado por los bosquetes costeros septentrionales de Roble o Hualo, los bosques andinos de Roble de altura, los bosques de Hualo, los bosquetes de Raulí (*Nothofagus alpina*) o los bosques higrófilos de quebradas; el tipo forestal Ciprés de la Cordillera (*Pilgerodendrum uviferum*); el tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe (*Nothofagus obliqua* – *Nothofagus alpina* – *Nothofagus dombeyi*), con el subtipo renoval y bosque puro secundario, los remanentes originales y los bosques degradados; el tipo forestal Lenga (*Nothofagus pumilio*), con los subtipos: bosques achaparrados y krummholz de Lenga, los bosques de Lenga (*Nothofagus pumilio*) puros y los bosques mixtos de Lenga-Coigüe (*Nothofagus pumilio* – *Nothofagus dombeyi*); el tipo forestal Araucaria (*Araucaria araucana*) y el tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa (*Nothofagus dombeyi* – *Nothofagus alpina* – *Laurelia philippiana*); el tipo forestal siempreverde, con los subtipos, Nadi, Olivillo costero (*Aextoxicon punctatum*), siempreverde con intolerantes emergentes, siempreverde de tolerantes y renovales de Canelo (*Drimys winteri*); y los tipos forestales Alerce (*Fitzroya cupressoides*), Ciprés de las Guaitecas (*Pilgerodendrum uviferum*) y Coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*).

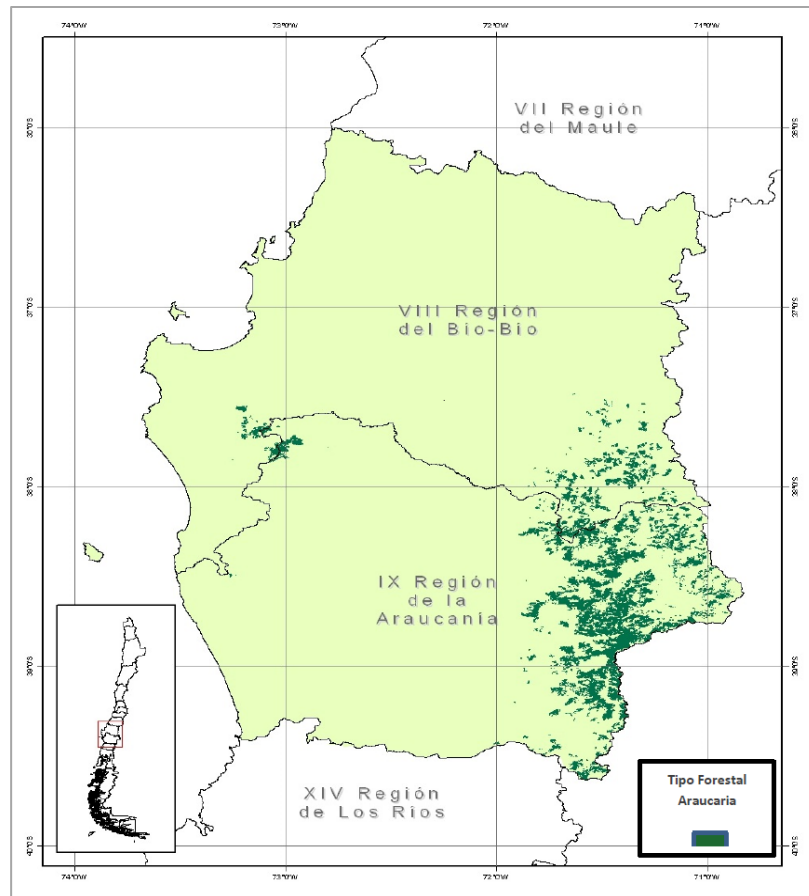
De estos tipos forestales, diez forman parte de los bosques templados de Chile y Argentina, siendo las excepciones los tipos forestales Esclerófilo y Palma chilena (Donoso, 1981; Donoso, 1993).

Los bosques del tipo forestal Araucaria, se ubican en la Cordillera de los Andes, empezando en el norte en los 37°27' lat. Sur, cerca de la Laguna del Laja y el volcán Antuco (Yudelevich *et al.*, 1967; Montaldo, 1974; citados por Donoso, 1981) y llegando hacia el sur hasta los 40°03' lat. Sur, en las cercanías del Lago Lolog por la vertiente oriental argentina de la Cordillera (Tortorelli, 1956; Montaldo, 1974; citados por Donoso, 1993). En esta cordillera se ubica entre los 900 y 1.700m.s.n.m., límites que son más altos en la región septentrional y van disminuyendo hacia el sur (Veblen y Schlegel, 1982; citado por Donoso, 1993).

En los 38° S, el Tipo Forestal Araucaria aparece a los 1.200 m.s.n.m., límite que es más bajo hacia el sur. En las faldas occidentales de los Andes, Araucaria se asocia comúnmente con Coigüe en las áreas más bajas, con Coigüe y Lenga en alturas medias, y con Lenga en alturas superiores a 1.4000 m.s.n.m., asociándose ocasionalmente con Raulí y Roble en altitudes inferiores.

El sotobosque es, generalmente, abierto, estando presente el Canelo enano (*Drimys winteri*. var. *andina*), el Coligue (*Chusquea culeou*) entre otras especies. Estas formaciones pueden encontrarse al sur del Volcán Antuco y la Laguna del Laja entre los 37°17' y los 40°03' de latitud sur en las cercanías del Lago Lolog, ya en la vertiente argentina.

En estas áreas *Araucaria* limita con las nieves eternas formando poblaciones discontinuas a uno y otro lado de la Cordillera. En su límite inferior linda con los tipos forestales Roble-Raulí-Coigüe y Coigüe-Raulí-Tepa, diluyéndose a medida que desciende hasta no más de los 600 m.s.n.m. En Nahuelbuta existen, dos poblaciones residuales; la más septentrional, ubicada entre los 37°40' y los 37°50' de latitud sur y la más meridional sobre los 38°40' de latitud sur, ocupando cerca de 1.000 ha, habitando desde la VIII Región del Bío-Bío hasta la vertiente sur del Volcán Villarrica en la X Región de los Lagos (Landrum y Nimios, 1975; Veblen y Schleguel, 1982; Donoso, 1981; Donoso, 1993).



Fuente: CONAF

**Figura 4.2** Distribución de *Araucaria araucana* en Chile.

Los bosques dominados por especies de *Nothofagus* corresponden a los tipos forestales Roble-Hualo, Roble-Raulí-Coigüe, Coigüe-Raulí-Tepa, Lenga y el tipo forestal Coigüe de Magallanes, caracterizándose los tipos forestales Roble-Raulí-Coigüe y Coigüe-Raulí-Tepa por la presencia de especies del Género *Nothofagus*, que se mezclan en condiciones muy distintas.



El Tipo Forestal Roble-Raulí-Coigüe se inicia al Sur del río Ñuble por la Cordillera de los Andes sobre los 36°30' latitud sur, dónde terminan los bosques de Hualo (*Nothofagus glauca*), acabando en el paralelo 41°sur donde ya no se encuentra Raulí (*Nothofagus alpina*) y acaba la distribución de Roble (*Nothofagus obliqua*).

Las fronteras del tipo forestal se extienden hacia la Cordillera de la Costa, atravesando el Valle Central, al sur del río Itata y también sobre los 41° de latitud sur *Nothofagus obliqua* domina la zona norte de distribución desde los 400 hasta los 1.500 m.s.n.m. asociándose con *Nothofagus alpina* en presencia de *Laurelia sempervirens*, *Persea lingue* y *Austrocedrus chilensis*.

El Coigüe (*Nothofagus dombeyi*) se encuentra presente por encima de los 1.500 m.s.n.m. asociado con la Lengua (*Nothofagus pumilio*) que domina hacia el límite altitudinal de la vegetación. Este tipo de bosques se presenta generalmente en forma pura y se encuentran distribuidos hasta la Laguna del Laja y el volcán Antuco, dónde constituyen el tipo forestal Coigüe-Raulí-Tepa.

A medida que se asciende por la Cordillera de los Andes, la especie *Nothofagus obliqua* pierde importancia ocurriéndole algo similar a *Nothofagus dombeyi* a mayor altitud. En estas zonas dominadas por Robles o por Coigües son comunes los efectos alogénicos naturales de tipo catastrófico, como avalanchas, erupciones o deslizamientos, que favorecen la aparición de la masa en forma de renovales (Donoso, 1981; Donoso, 1993).

Los bosques de Lengua (*Nothofagus pumilio*) son característicos por su amplia distribución, en la que se desarrolla formando ecotonos con otras especies forestales como *Nothofagus dombeyi* o *Nothofagus obliqua* al norte y más al sur con *Araucaria araucana*, especie con la que se asocia en los estratos más altos de la distribución del tipo forestal Araucaria.

Más al sur se asocia también con Coigüe de Magallanes (*Nothofagus betuloides*). Así pues, el tipo forestal se distribuye desde los 35°35' latitud sur en el sector chileno o los 36°50' latitud sur en la vertiente argentina hasta el extremo austral del continente en los 56° de latitud sur. Su límite altitudinal ronda los 2.000 m.s.n.m. en la Cordillera de los Andes, descendiendo según se desplaza hacia el sur hasta alcanzar apenas 500 m.s.n.m. en Ushuaia. Su límite inferior de distribución sigue un patrón similar, asentándose por encima de los 1.000 m.s.n.m. en la distribución septentrional hasta el nivel del mar en Tierra del Fuego. También se encuentra asociado con *Araucaria araucana* y al tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe en la Cordillera de Nahuelbuta (Donoso, 1993).

#### 4.4 Estructura, dinámica y diversidad de *Araucaria araucana*

##### 4.4.1 Restructura

Schmidt *et al.* (1980), señalan que las formaciones de *Araucaria araucana*, presentan estructuras variadas, debido a las distintas condiciones edafoclimáticas en que se desarrollan y a las distintas asociaciones que conforma. Indica además que las formaciones boscosas de *Araucaria* pueden ser coetáneas o multietáneas, con estructura de uno o más estratos, habiéndose identificado en bosques coetáneos la existencia de cuatro fases de desarrollo: la de regeneración que va desde los 0 hasta los 100 o 200 años; la fase de crecimiento óptimo que está comprendida entre los 100 y 200 hasta los 500 años; la fase de envejecimiento que abarca entre los 500 hasta los 700 u 800 años, y

por último la fase de desmoronamiento y establecimiento de la regeneración que alcanza como máximo hasta los 1.500 o 1.700, aunque ya a los 1.000 se dan las condiciones óptimas para el establecimiento de la regeneración.

Burns (1991), describe que los bosques localizados en sitios de mayor humedad son densos y dominados por Coigüe, estando *Araucaria* representada por grandes árboles. En sitios moderadamente secos, donde *Araucaria* se asocia con Ñirre, *Araucaria* presenta una estructura discontinua, caracterizada por la ausencia de individuos de tamaños intermedios.

#### 4.4.2 Dinámica

Kalela (1941), Auer (1951) y Montaldo (1974), en estudios realizados sobre la dinámica de bosques de *Araucaria araucana* señalan que debido a un proceso de desecamiento del clima que aumenta tanto desde el oeste como desde el este, se verificaría una sucesión retrogresiva desde comunidades clímax de *Araucaria araucana* – *Nothofagus pumilio*, hasta la condición de estepa, pasando por comunidades intermedias en que *Nothofagus antarctica* empieza a dominar sobre *Nothofagus pumilio*.

Schmidt *et al.*, (1979) en un estudio relacionado con la regeneración de *Araucaria araucana*, interpretó que bosquetes con diferentes estructuras o distribuciones diamétricas constituían diferentes fases dentro de un esquema de regeneración cíclica controlado autogénicamente, no considerando las alteraciones derivadas de factores alogénicos en su interpretación. Las que si fueron consideradas por Veblen y Ashton (1982), en un estudio sobre la dinámica de *Araucaria araucana* en las zonas de Conguillío y Nahuelbuta realizado en la Cordillera de Los Andes, en el cual el autor indica que en la dinámica de esta especie tienen una importancia preponderante las perturbaciones alogénicas tales como fuego, volcanismo y viento que aunque impredecibles son de frecuente ocurrencia en los ecosistema donde habita la especie.

Por su parte, González (2001) afirma que la regeneración de *Araucaria* y *Lenga* se produce como respuesta a perturbaciones causadas por la muerte de uno o más árboles adultos, señalando que dentro de la dinámica de la especie juegan roles fundamentales tanto los factores alogénicos como los autogénicos, participando en mayor o menor medida en forma independiente o combinada.

#### 4.4.3 Diversidad de especies

La riqueza de especies, en su definición actual, considera tanto el número de especies como el número de individuos de cada especie presentes en una determinada unidad o superficie de muestreo (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

La diversidad y densidad de *Araucaria* en los bosques de Chile y Argentina ha sido estudiada por varios autores (Montaldo, 1974; Schmidt, 1977; Schmidt *et al.* 1980; Veblen, 1982; Burns, 1991; Drake, 2004; Drake *et al.*, 2005; Mujica *et al.*, 2009), coincidiendo ellos en que el patrón de distribución y asociación de *Araucaria araucana* con otras especies, especialmente en la Cordillera de los Andes, depende en gran medida de la exposición.

Así, en la cara norte de la cordillera forma rodales puros en el límite altitudinal arbóreo (1.700-1.800 m.s.n.m.), encontrándose por debajo de esta cota en formaciones mixtas con *Nothofagus pumilio*.

En Argentina, los bosques puros de *Araucaria araucana* ocupan las exposiciones norte u oeste, siendo estos sitios demasiado secos para otras especies. Las exposiciones sur, generalmente más frías y húmedas que las norte, presentan rodales puros de *Nothofagus pumilio* 100 ó 200 m por encima de los rodales más altos de *Araucaria* en la exposición norte. En las demás exposiciones, que no quedan claramente expuestas al sur o al norte, *Araucaria araucana* y *Nothofagus pumilio* forman rodales mixtos en los límites altitudinales del bosque (Veblen *et al.*, 1982; Burns, 1991; Donoso, 1993).

Respecto de la diversidad arbórea, estudios realizados en bosques de *Araucaria araucana* por Moreno (2010), muestran que ellos presentan entre dos y cinco especies arbóreas principales, generalmente *Araucaria araucana* y *Nothofagus pumilio*, aunque también se presenta con *Nothofagus dombeyi*, *Nothofagus obliqua*, *Nothofagus alpina* y *Nothofagus antarctica*.

Por su parte, Donoso (1993) afirma que las formaciones pertenecientes al tipo forestal *Araucaria*, rara vez presentan más de dos o tres especies acompañantes en su composición, razón por la cual, los índices de diversidad arbórea resulten bajos en comparación a otras formaciones, especialmente aquellas asociadas a los tipos forestales esclerófilo y siempreverde.

#### 4.5 Grupos ecológicos de especies arbóreas

Según (Mostacedo y Fredericksen, 2000), las especies arbóreas presentes en los bosques secundarios pueden ser divididas en varios grupos según su demanda de luz o tolerancia a la sombra, pudiendo considerándose como heliófilas efímeras (especies denominadas pioneras que se encuentran en las primeras etapas sucesionales), heliófilas durables de crecimiento rápido (especies tolerantes al sol con crecimiento relativamente menor en sus etapas de crecimiento inicial y constante hasta llegar a su madurez y que pueden estar asociadas con heliófilas efímeras o en estadios sucesionales posteriores), esciófilas parciales (especies tolerantes a la sombra que pueden soportar pequeñas intensidades de luz, apareciendo en las etapas intermedias de la estabilización del ecosistema, siendo en su mayoría especies tropicales) y esciófilas totales (especies totalmente intolerantes al sol).

#### 4.6. Objetivos

##### 4.6.1 Objetivo general

Determinar la estructura, dinámica y diversidad en bosques de *Araucaria araucana* (Mol) K. Koch intervenidos durante los años 1987 a 1990 en cinco predios ubicados en las comunas de Curacautín y Lonquimay ella Región de la Araucanía de Chile.

##### 4.6.2 Objetivos específicos

- Determinar la estructura y dinámica en bosques de *Araucaria araucana* (Mol) K. Koch intervenidos a finales de la década de los 80 en la región de la Araucanía.
- Determinar la diversidad, similitud y riqueza en bosques de *Araucaria araucana* (Mol) K. Koch intervenidos a finales de la década de los 80 en la región de la Araucanía.

## 4.7 Material y método

### 4.7.1 Inventario

Durante el período estival del año 2010, se realizó un inventario forestal en cinco predios ubicados en las comunas de Lonquimay y Curacautín en la Región de la Araucanía de Chile (Tabla 4.1), específicamente en bosques de *Araucaria araucana* intervenidos durante los años 1987 a 1990.

**Tabla 4.1.** Caracterización de los predios en estudio.

Predio	Comuna	Parcelas (n°)	S. Predial (ha)	S. Intervenida (ha)	Año
San Antonio	Curacautín	10	69,7	27,9	1990
Pino Huacho	Lonquimay	11	343,0	59,3	1989
El Indio	Curacautín	17	499,0	184,1	1989
Lolco	Lonquimay	21	15.274,0	592,1	1989
Hijuela 12	Lonquimay	10	87,8	30,2	1989
<b>Total</b>		<b>69</b>	<b>16.185,7</b>	<b>863,4</b>	

### Material cartográfico

En base a imágenes Spot del año 2008 fueron elaborados planos digitales cuya información geodésica corresponde al Datum WGS 84 huso 19S, procesándose la información en ArcGis 9.3.

### Diseño, número, tamaño y tipo de parcelas.

Para la realización del inventario se realizó un muestreo aleatorio simple (M.A.S), determinándose el número de parcelas a partir de un pre-muestreo, distribuyéndose aleatoriamente las unidades muestrales, siendo ellas del tipo convencional cuadrada con una superficie de 1.000 m<sup>2</sup> para el muestreo de la vegetación arbórea, y del tipo circular de 100 m<sup>2</sup> para el muestreo de la regeneración.

### Equipo de trabajo

El trabajo en terreno fue ejecutado por tres cuadrillas integrada cada una por 3 personas (2 Ingenieros Forestales y 1 Ayudante), contándose además con un Ingeniero forestal y un encargado de logística para la organización y supervisión del estudio.

### **Ubicación de las parcelas y recogida de datos**

Las unidades muestrales (parcelas) fueron ubicadas aleatoriamente en una cartografía diseñada específicamente para el presente estudio (Anexo II), ubicándose posteriormente en terreno mediante el uso de GPS, registrando en los formularios de campo sus coordenadas U.T.M., información geodésica y cartográfica (posición de la parcela, exposición, huso, datum y altitud).

En cada parcela se midieron los diámetros a la altura del pecho (DAP) de todos los árboles con diámetros mayores a 10 cm; utilizando para ello forcímulas y cintas diamétricas. Para efectos de la regeneración se consideraron todos los ejemplares con un diámetro a la altura del pecho (DAP) inferior a 10 cm, a los cuales se les midió la altura y el DAP, realizándose una corrección por pendiente cuando la inclinación del terreno era superior a 3%.

### **Análisis y procesamiento de datos**

El análisis y procesamiento de datos se realizó utilizando funciones alométricas creadas por Corvalán (1997) y diversos soportes informáticos (Microsoft Office 2007, SPSS 15.0, SigmaPlot 10.0 y ArcGis 9.3).

#### **4.7.2 Características ecológicas**

##### **Estructura horizontal**

El análisis de la estructura horizontal se determinó identificando el porcentaje de área basal para cada especie y su proporción respecto del total del área basal existente en cada predio, estableciéndose para ello valores máximos y mínimos por parcela.

Se aplicó la metodología del IVI sugerida por Lamprecht (1990), que asigna a cada especie su categoría de importancia a partir de la suma de la Abundancia Relativa (proporción de cada especie respecto del número total de los árboles), Frecuencia Relativa (porcentaje de la suma de una especie entre la suma de las frecuencias de todas las especies multiplicado por 100) y Dominancia Relativa (proporción del área basal de una especie respecto del área basal total).

##### **Estructura vertical**

Para estos efectos se utilizó un modelo dendrométrico desarrollado por Corvalán (1997), para rodales intervenidos de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch.

**Tabla 4.2** Función alométrica desarrollada por Corvalán (1977).

Función	Variables
$H = \alpha + \beta \times \text{Ln}(\text{Dap})$	<p>Ln :logaritmo neperiano                      H : altura total del individuo                      Dap : diámetro a la altura del pecho (1.3 m)  <math>\alpha = 0,275189</math> y <math>\beta = 0,669674</math></p>

A partir de estos valores se identificó la ubicación relativa de la especie en el rodal, determinándose si el individuo se encontraba en el estrato dominante, codominante, intermedio o suprimido.

**4.7.3 Dinámica del bosque**

Se estableció la relación existente entre los rangos de regeneración de Araucaria con los valores de regeneración registrados en cada predio, identificándose posteriormente el número de individuos por clase diamétrica de cada especie existentes en los predios estudiados.

**4.7.4 Diversidad en las áreas de estudio**

Para determinar la diversidad de especies presentes en el área de estudio se utilizaron los índices de diversidad y equidad de Shannon (Tabla 4.3), los cuales permiten conocer tanto la riqueza o número de especies y el patrón de abundancia.

**Tabla 4.3** Índices de diversidad (H') y equidad (J) de Shannon

Shannon		Sörensen
Diversidad (H')	Equidad (J)	Similitud (S)
$H' = - \sum_{i=1}^s Pi * \text{Ln}Pi$	$J = \frac{H'}{\text{Ln}S}$	$S = \frac{2Cpq}{Cp + Cq} \times 100$
<p>S= el número total de especies en la parcela                      Ln= logaritmo natural                      Pi= la proporción de individuos de cada especie</p>	<p>S= el número total de especies en la parcela                      Ln= logaritmo natural                      H'= Índice de diversidad de Shannon</p>	<p>S= índice de Sörensen                      p,q= comunidades                      Cp= número de especies de p                      Cq= número de especies de q                      Cpq= especies comunes en p y q</p>

Este apartado fue completado con un estudio sobre grupos ecológicos, clasificando las especies arbóreas presentes en las parcelas de muestreo según su tolerancia a la luz (heliófilas o esciófilas parciales o totales).

#### 4.7.5 Intensidad de aprovechamiento

Para estos efectos, se realizó un conteo de tocones en las parcelas inventariadas, contrastándose dicha información con aquella contenida en los planes de manejo aprobados CONAF durante el período 1987 – 1990, complementándose con un estudio de regeneración, considerando tres rangos de altura de regeneración para *Araucaria araucana* (< 0,5 m; >0,5 y <= a 1,5; > a 1,5 m) y el total del regenerado de *Araucaria*. Para otras especies se consideró exclusivamente la regeneración total registrada en cada parcela, correlacionándose ellos con el área basal extraída en cada predio a través de una regresión lineal.

### 4.8 Resultados y discusión

#### 4.8.1 Estructura

##### Estructura horizontal

Como se aprecia en la tabla 4.4 la densidad promedio por hectárea en los predios objeto de estudio fue de 293 ejemplares, con un máximo de 690 y un mínimo de 100 individuos por hectárea, destacando claramente *Araucaria* (*Araucaria araucana*) y *Lenga* (*Nothofagus pumilio*) como las más abundantes.

En el análisis predial, la mayor densidad la presenta el predio El Indio con una densidad de 366 individuos por hectárea (272 ejemplares de *Lenga* y 90 ejemplares de *Araucaria*) y la menor, al predio Pino Huacho con una densidad promedio de 235 individuos por hectárea (170 ejemplares de *Araucaria* y 65 de *Lenga*).

A nivel de especies, se aprecia que *Araucaria* presenta su mayor densidad en el predio Hijueta 12 con 197 individuos por hectárea y la menor en el predio San Antonio con 69 individuos por hectárea. A su vez, *Lenga* presenta una mayor densidad en el predio “El Indio” y la menor en el predio “Hijueta 12” con 272 y 63 individuos por hectárea respectivamente.

Por su parte las especies *Coigüe* y *Roble* presentan una escasa densidad en los predios objeto de estudio, estando presentes en forma conjunta solamente en el predio Lolco con 50 y 4 individuos por hectárea respectivamente. Respecto de las densidades máximas, se puede visualizar claramente que ellas alcanzan sus mayores valores en los predios “El Indio” y “Lolco” con densidades promedio de 690 y 640 pies  $ha^{-1}$  respectivamente, presentándose la densidad mínima a nivel de hectárea en el predio “Hijueta 12” con un promedio de 100 pies  $ha^{-1}$ .

Al analizar la distribución del área basal (Tabla 4.4), podemos visualizar que la mayores concentraciones se producen en los predios “Pino Huacho” y “San Antonio” con 71, 9  $m^2ha^{-1}$  y 71,5  $m^2ha^{-1}$  respectivamente, alcanzando valores máximos de 158  $m^2ha^{-1}$  en el primero y 112  $m^2ha^{-1}$  en el segundo.

En contrapartida, los menores valores de área basal se presentaron en los predios “Hijueta” 12 y “Lolco” con valores de  $41,6 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$  y  $47,8 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$  respectivamente, destacándose el hecho que en algunas parcelas de este último predio se presentaron valores muy bajos de área basal con  $8 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ . El área basal promedio para Araucaria en los predios evaluados fue de  $29,4 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ , presentando el valor máximo en el predio “Pino Huacho” ( $54,9 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ ) y el mínimo en el predio “Lolco” ( $17,5 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ ). En los predios “Hijueta 12”, “San Antonio” y “El Indio”, los valores fueron de  $31 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ ,  $25,5 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$  y  $17,9 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$  respectivamente.

En el balance general, podemos constatar que las dos especies principales aportan el 95,3% de la densidad existente en el área de estudio (52,6% Lenga y 42,7% Araucaria), aportando Araucaria el 51,9% del área basal existente en el área de estudio. Araucaria se constituye como la especie más relevante en los predios “Hijueta 12” (75,3% de densidad y 74,5% de área basal) y Pino Huacho (72,3% de densidad y 76,4% de densidad). Por su parte, la Lenga se constituye en la especie más aportante en los predios “San Antonio” (76,6% de densidad y 74,5% de área basal) y “El Indio” (74,3% de densidad y 64,8% de área basal).

**Tabla 4.4.** Densidad y área basal existentes en los predios San Antonio, Pino Huacho, El Indio, Lolco e Hijueta 12.

Predio	n	Densidad (pies $\text{ha}^{-1}$ )							Área basal ( $\text{m}^2\text{ha}^{-1}$ )			
		Pies $\text{ha}^{-1}$	Araucaria	Lenga	Coigüe	Roble	Máx.	Mín.	Total	Máx.	Mín.	Araucaria
San Antonio	10	295 $\pm$ 29	69 $\pm$ 17	226 $\pm$ 24	-	-	440	140	71,5 $\pm$ 7,3	112,5	40,6	25,5 $\pm$ 6,2
Pino Huacho	11	235 $\pm$ 31	170 $\pm$ 33	65 $\pm$ 18	-	-	430	100	71,9 $\pm$ 11,0	158,5	25,2	54,9 $\pm$ 11,3
El Indio	17	366 $\pm$ 38	90 $\pm$ 25	272 $\pm$ 38	4 $\pm$ 3	-	690	170	50,9 $\pm$ 5,1	94,1	12,6	17,9 $\pm$ 6,2
Lolco	21	307 $\pm$ 32	101 $\pm$ 26	142 $\pm$ 32	50 $\pm$ 19	4 $\pm$ 12	640	110	47,8 $\pm$ 4,6	95,6	8,0	17,5 $\pm$ 3,2
Hijueta 12	10	260 $\pm$ 36	197 $\pm$ 41	63 $\pm$ 17	-	-	490	100	41,6 $\pm$ 5,4	80,3	26,0	31,0 $\pm$ 14,9
<b>TOTAL</b>	<b>69</b>	<b>293 <math>\pm</math>22</b>	<b>125 <math>\pm</math>25</b>	<b>154 <math>\pm</math>42</b>	*	*	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>56,7 <math>\pm</math>6,3</b>	<b>158,5</b>	<b>8,0</b>	<b>29,4 <math>\pm</math>6,9</b>

En la figura 4.4 se observa la participación de las especies arbóreas relevantes en los distintos predios estudiados, destacando en todos ellos claramente la presencia de Araucaria (*Araucaria araucana*) heliófilas y Lenga (*Nothofagus pumilio*), presentando, ambas especies una mayor concentración de individuos en las clases diamétricas inferiores, la cual disminuye paulatinamente hacia las superiores, conformándose así la estructura de monte alto irregular característica de la especie.

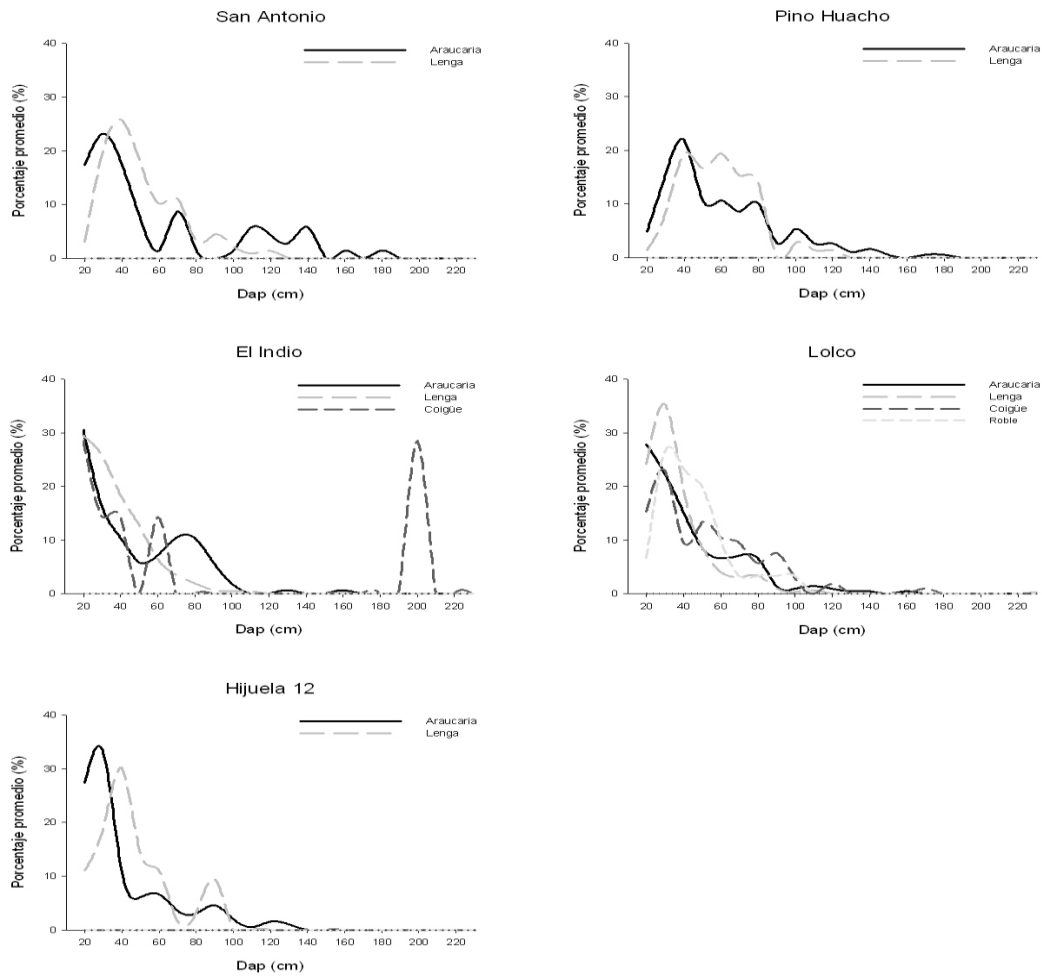
Al analizar la participación por especies, los resultados muestran que los predios San Antonio y Pino Huacho concentran la mayor cantidad de individuos en las clases diamétricas de 30 cm y 40 cm, en las cuales alcanza porcentajes promedios sobre 20%, disminuyendo progresivamente la participación hacia los diámetros superiores, donde existe un bajo porcentaje de individuos sobre los 180 cm de diámetro.



Lenga presenta una distribución similar, aunque con mayor porcentaje de individuos en las clases diamétricas bajo los 80 cm. En los predios El Indio, Hijueta 12 y Lolco, la distribución diamétrica de Araucaria es bastante similar, concentrándose el mayor porcentaje de individuos en las clases diamétricas más bajas, alcanzando en los predios Lolco y El Indio porcentajes muy cercanos al 30% y alrededor de los 35 cm en el predio Hijueta 12. En dichos predios, la distribución diamétrica de Lenga es muy similar a la de Araucaria, pero con mayor número de individuos, especialmente en las clases situadas bajo los 100 cm.

En el predio El Indio, Coigüe concentra un 70% de sus individuos en las clases más bajas (20 a 30 cm), presentando el 30% de los individuos alrededor de las clases diamétricas mayores (200 cm).

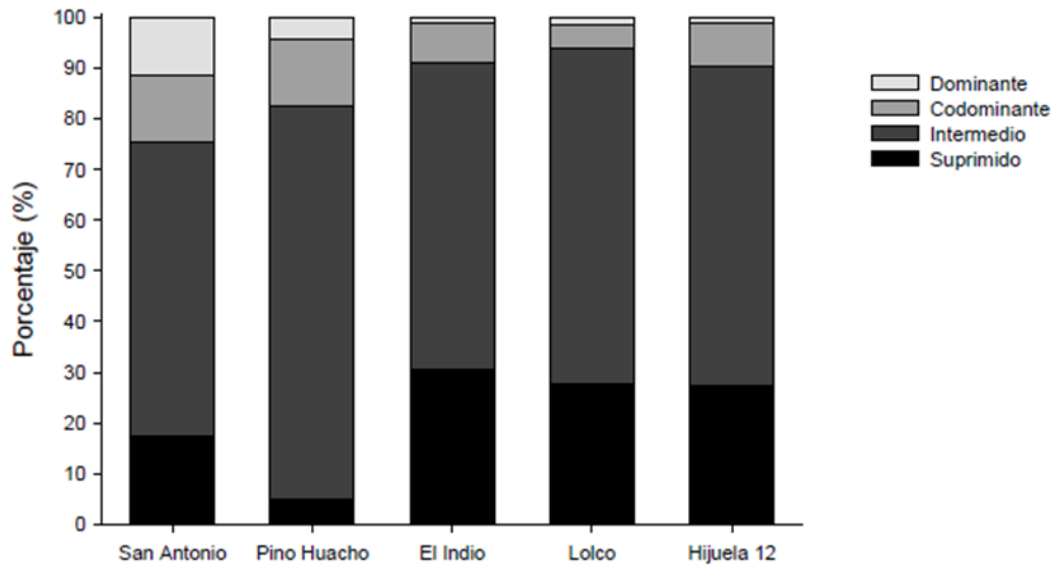
Desde el punto de vista de variedad de especies, destaca claramente el predio Lolco, en el cual se encuentran presentes las especies Araucaria, Lenga, Coigüe y Roble, presentando todas ellas una distribución diamétrica similar (jota invertida), con la mayor presencia de individuos entre las clases diamétricas de 20 y 40 cm, concentrando el 50% de las existencias bajo los 50 cm de diámetro.



**Figura 4.3.** Participación porcentual de las especies arbóreas según clase diamétrica en los predios Lolco, El Indio, San Antonio, Pino Huacho e Hijueta 12.

**Estructura vertical**

En la figura 4.4 se aprecia que Araucaria se sitúa predominantemente en el estrato intermedio, situándose aproximadamente el 80% de los individuos existentes en el predio Pino Huacho y el 60% de los individuos existentes en los predios Lolco, El Indio, San Antonio e Hijueta 12 en dicho estrato. A su vez, el porcentaje de árboles suprimidos alcanza aproximadamente un 30% en los predios Hijueta 12, El Indio y Lolco, un 20% en el predio San Antonio y un 5% en el predio Pino Huacho. En el estrato dominante, Araucaria ocupa entre el 2% y el 10%.



**Figura 4.4.** Distribución porcentual de la copa de *Araucaria araucana* en los predios evaluados.

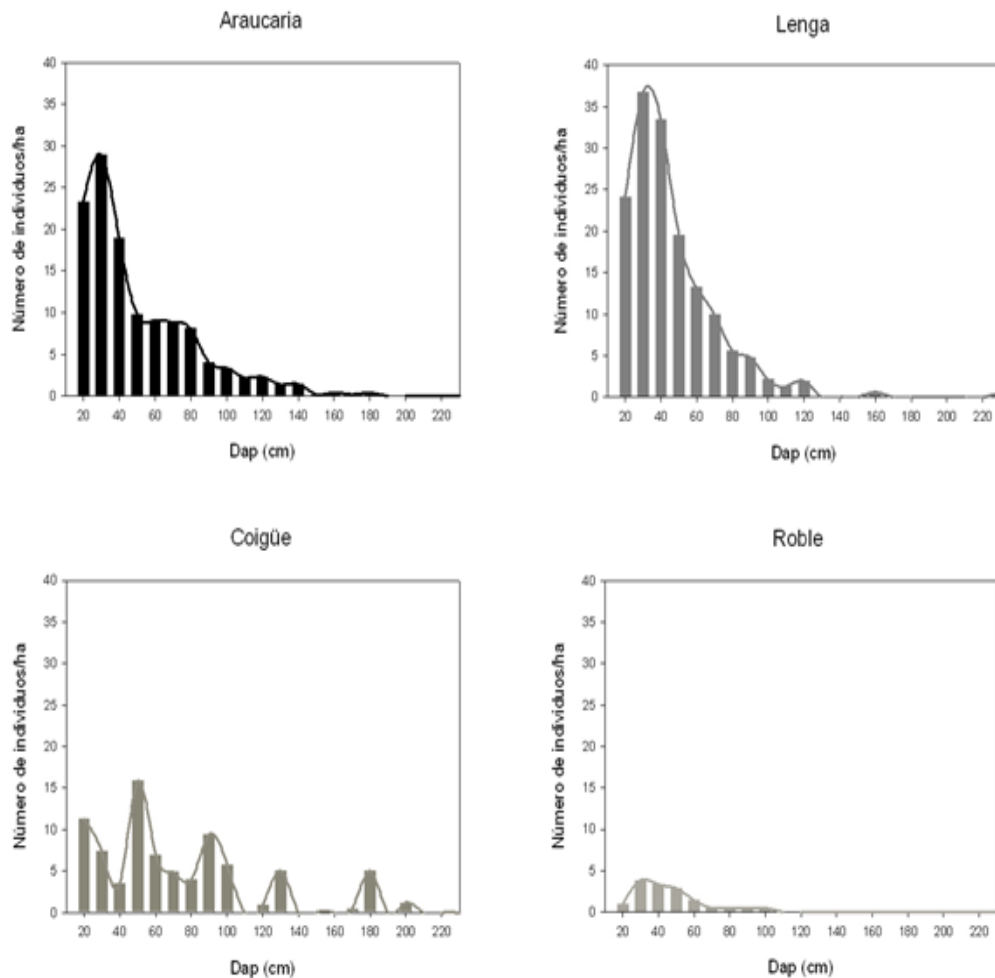
## 4.9 Dinámica del bosque

El estudio de la dinámica, entendida como los procesos que influyen en la estructura, composición y desarrollo del bosque, permite, en cierta manera, predecir su comportamiento tras una perturbación, facilitando un mejor manejo forestal. Pese a que existen varios estudios sobre la dinámica poblacional del tipo forestal *Araucaria*, poco se conoce acerca de la dinámica de los bosques en relación a las distintas intensidades de aprovechamiento y a la aplicación de tratamientos silviculturales.

### 4.9.1 Distribución diamétrica

En la Figura 4.5 se puede observar que *Araucaria* y *Lenga* presentan en el área de estudio una distribución diamétrica que se asimila a una jota invertida, la cual también es aplicable en términos generales para toda la masa forestal, en la cual, *Araucaria* y *Lenga* concentran el mayor número de individuos en los diámetros inferiores y decreciendo paulatinamente el número de individuos hacia los rangos diamétricos, superiores.

A su vez, *Coigüe*, en los predios Lolco, El Indio e Hijueta 12, presenta una tendencia decreciente, pero con una distribución más equilibrada en el conjunto de las clases diamétricas, aunque con muy pocos individuos en torno a los 200 cm. Por otra parte, *Roble*, presente sólo en el predio Lolco, cuenta con muy pocos individuos, encontrándose la gran mayoría situados bajo los 70 cm de diámetro, siendo ello coherente con las descripciones realizadas para bosques intervenidos y vírgenes de *Araucaria* – *Lenga*.

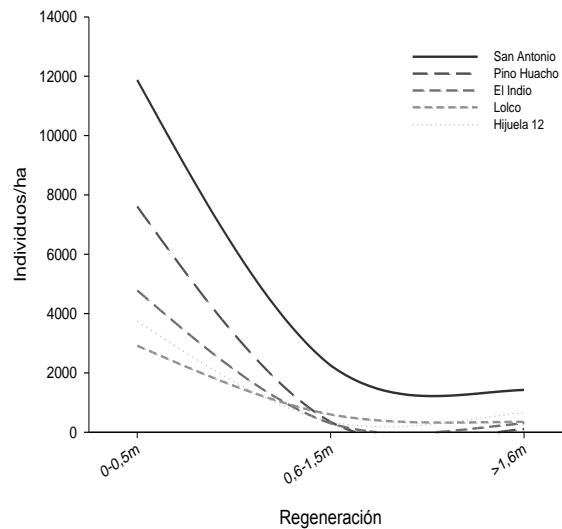


**Figura 4.5.** Distribución diamétrica de las especies arbóreas principales en el área de estudio.

#### 4.9.2 Regeneración

El estudio de la regeneración de las especies que conforman un sistema forestal es un importante antecedente para entender la resiliencia del bosque, permitiendo valorar la capacidad de respuesta del ecosistema ante grandes perturbaciones y retomar las condiciones previas a su ocurrencia. En ese sentido, la regeneración natural es una parte muy importante de la dinámica del bosque, ya que este proceso implica el establecimiento de nuevos individuos que determinará su composición futura.

A partir de los datos aportados por el inventario realizado durante la temporada estival del año 2009, en el presente estudio se consideran tres rangos de altura para el establecimiento de la regeneración de Araucaria; alturas menores a 50 cm, entre 51 cm y 1,5 m y, mayores a 1,5 metros.



**Figura 4.6.** Distribución de la regeneración de *Araucaria araucana* según clase de altura.

Como se desprende de la figura 4.6, los mayores valores de regeneración en el rango inferior a 50 cm se presentan en el predio San Antonio con 11.875 individuos por hectárea, seguido de Pino Huacho y El Indio con valores de 7.614 y 4.779 individuos por hectárea respectivamente. La menor cantidad de regeneración en este rango se presenta en el predio Lolco con 2.916 individuos por hectárea<sup>1</sup>.

A su vez en el rango de altura entre 0,5 y 1,5 m, la regeneración de *Araucaria* disminuye ostensiblemente, presentando valores de 341 individuos  $ha^{-1}$  en el predio Pino Huacho, seguido de 294 individuos por hectárea en el predio El Indio. La regeneración en el predio San Antonio desciende a 2.250 individuos por hectárea, presentando en los predios Lolco e Hijuela 12.595 y 375 individuos por hectárea respectivamente. Algo similar ocurre en la última clase considerada, donde tan sólo se observa una cierta recuperación en Hijuela 12 (692 individuos) y El Indio (301 individuos). En San Antonio y Pino Huacho se contabilizan 1.427 y 107 individuos por hectárea respectivamente.

#### 4.9.3 Importancia relativa

Como se observa en la tabla 4.5, en los cinco predios estudiados se encontró presencia de *Araucaria araucana* y *Nothofagus pumilio*, presentando en todos los casos dichas especies mayores valores de importancia frecuencia, dominancia y abundancia relativa respecto de *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus dombeyi*.

Se observó además que solamente en el predio Lolco se verifica la presencia conjunta de *Araucaria araucana*, *Nothofagus pumilio*, *Nothofagus dombeyi* y *Nothofagus obliqua*. En los otros predios, *Araucaria* se presenta en forma alternada junto a *Nothofagus dombeyi* y *Nothofagus obliqua*, explicándose ello por la presencia de situaciones ecotonales y la presencia de distintos tipos forestales en la zona de estudio (Veblen *et al.*, 1995).

En el análisis por especie, Lenga presenta los mayores índices de importancia en los predios San Antonio, El Indio y Lolco, valores de 223,2; 212,0 y 132,2 respectivamente, quedando *Araucaria* relegada a un segundo plano al presentar en dichos predios índices de 76,8; 79,3 y 32,9.

En Lolco, predio que cuenta con un mayor número de especies arbóreas, los valores de importancia fueron 102,2 para Araucaria, 132,2 para Lenga, 50,4 para Coigüe y 15,2 para Roble.

A su vez, la dominancia relativa de las dos especies más relevantes del predio alcanza valores muy similares, siendo de 39,1 para Araucaria y 39,5 para Lenga.

Por su parte en los predios Pino Huacho e Hijueta 12, Araucaria presenta una importancia mayor con valores de 211,1 y 216,0 respectivamente, seguida en ambos casos por la Lenga con valores de importancia de 88,9 y 84,0, coincidiendo ello con los valores informados para formaciones similares (Schmidt *et al.*, 1977; Schmidt *et al.*, 1980; Morales, 1983).

#### 4.9.4 Fases de desarrollo

Analizando los antecedentes relativos a distribución diamétrica (Fig. 4.5), regeneración (Fig. 4.6) y área basal (Tabla 4.4), la estructura del predio San Antonio podría asimilarse a una formación en fase de desmoronamiento y regeneración.

El resto de formaciones, sin embargo, presentan estructuras más difícilmente clasificables en alguna de las tres fases que conceptualizan la dinámica del bosque Araucaria - Lenga como un ciclo en el que *Araucaria araucana* se reemplaza a sí misma de forma autogénica (Schmidt, 1977).

Así, atendiendo a los valores de densidad y área basimétrica encontrados en Pino Huacho, los bosques podrían asimilarse a un estado de envejecimiento, pues aunque cuentan con una elevada cantidad de regeneración, ésta no acaba de establecerse y se pierde en aras de un nuevo regenerado que permanece a la espera.

En Hijueta 12, los bosques podrían encontrarse en una fase de crecimiento óptimo, posiblemente en su etapa final, al carecer prácticamente de regeneración y contar con individuos de diámetros medios-altos, sin llegar a los valores propios de individuos milenarios.

A su vez, los bosques de los predios “El Indio” y “Lolco” al presentar densidades elevadas de individuos con diámetros menores y algunos ejemplares pertenecientes a generaciones anteriores, podrían asimilarse a la fase de crecimiento óptimo iniciales, en la cual, la regeneración tiene dificultades para establecerse.

**Tabla 4.5** Índice de Valor de Importancia (IVI).

Predio	Especie	Familia	IVI	Abundancia Relativa	Dominancia Relativa	Frecuencia Relativa
<b>San Antonio</b>						
	<i>A. araucana</i>	Araucariaceae	76,8	23,4	31,4 ±5,9	22,0 ±4,7
	<i>N. pumilio</i>	Nothofagaceae	223,2	76,6	68,6 ±5,9	78,0 ±4,7
	<i>N. dombeyi</i>	Nothofagaceae	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>N. oblicua</i>	Nothofagaceae	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Pino Huacho</b>						
	<i>A. araucana</i>	Araucariaceae	211,1	72,2	69,9 ±9,4	69,0 ±9,1
	<i>N. pumilio</i>	Nothofagaceae	88,9	27,8	30,1 ±9,4	31,0 ±9,1
	<i>N. dombeyi</i>	Nothofagaceae	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>N. oblicua</i>	Nothofagaceae	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>El Indio</b>						
	<i>A. araucana</i>	Araucariaceae	79,3	24,7	30,6 ±8,0	24,0 ±6,4
	<i>N. pumilio</i>	Nothofagaceae	212,0	74,2	64,1 ±8,4	73,7 ±6,2
	<i>N. dombeyi</i>	Nothofagaceae	8,7	1,1	5,3±5,2	2,3 ±2,1
	<i>N. oblicua</i>	Nothofagaceae	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Lolco</b>						
	<i>A. araucana</i>	Araucariaceae	102,2	32,9	39,1 ±6,4	30,2 ±6,0
	<i>N. pumilio</i>	Nothofagaceae	132,2	46,2	39,5 ±7,4	46,5 ±7,8
	<i>N. dombeyi</i>	Nothofagaceae	50,4	16,3	16,4 ±6,0	17,7 ±6,4
	<i>N. oblicua</i>	Nothofagaceae	15,2	4,6	5,0 ±4,4	5,6 ±4,6
<b>Hijuela 12</b>						
	<i>A. araucana</i>	Araucariaceae	216,0	75,8	70,8 ±10,3	69,4 ±10,2
	<i>N. pumilio</i>	Nothofagaceae	84,0	24,2	29,2 ±10,3	30,6 ±10,2
	<i>N. dombeyi</i>	Nothofagaceae	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>N. oblicua</i>	Nothofagaceae	0,00	0,00	0,00	0,00

## 4.10 Diversidad, riqueza y similitud de especies

### 4.10.1 Diversidad

En la tabla 4.6 se aprecia que los valores de diversidad fueron similares en los distintos predios estudiados, presentándose el mayor valor (0,54) en el predio Lolco y el menor (0,38) en el predio Hijuela 12.

En los predios San Antonio, Pino Huacho y El Indio los valores fueron de 0,47, 0,42 y 0,43 respectivamente. Por su parte, el índice de equidad presentó mayor homogeneidad, obteniéndose el mayor y menor valor en los predios Lolco (0,71) e Hijueta 12 (0,61).

En los predios San Antonio, Pino Huacho y El Indio se obtuvieron valores de 0,68; 0,65 y 0,63 respectivamente. Se aprecia además que el predio Lolco presenta el mayor número de especies arbóreas (cuatro especies), seguido del Predio El Indio con tres y presentando los predios San Antonio, Pino Huacho e Hijueta 12 sólo dos especies arbóreas. En ambos índices (diversidad y equidad) los mayores valores se presentaron en el predio Lolco.

**Tabla 4.6** Diversidad, equidad y riqueza de especies arbóreas

Parámetros	Predios				
	S. Antonio (n=10)	P. Huacho (n=11)	El Indio (n=17)	Lolco (n=21)	Hijueta12 (n=10)
Diversidad	0,47 ±0,05	0,41 ±0,06	0,42 ±0,04	0,54 ±0,06	0,38 ±0,07
Equidad	0,68 ±0,07	0,65 ±0,08	0,63 ±0,06	0,71 ±0,05	0,61 ±0,09
Nº de especies (promedio/parcela)	2,0 ±0,0	1,9 ±0,09	2,0 ±0,08	2,1 ±0,12	1,9 ±0,10
Nº total de especies	2	2	3	4	2

#### 4.10.2 Riqueza

En la figura 4.7 se visualiza que existe una relación directa entre el número de especies y la magnitud de superficie muestreada, siendo el número de especies mayor en aquellos predios con menor extracción de área basal (Lolco y El Indio con  $1,6 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  y  $5,6 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  respectivamente).

A su vez, la menor variedad de especies se presenta en aquellos predios con la mayor cantidad de área basal extraída (San Antonio y Pino Huacho con extracciones de  $9 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  y  $6,8 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  de área basal respectivamente).

El predio Hijueta 12, constituye la excepción, pues a pesar de presentar la menor cantidad de área basal extraída ( $0,7 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ ) se constató solamente la presencia de dos especies arbóreas.



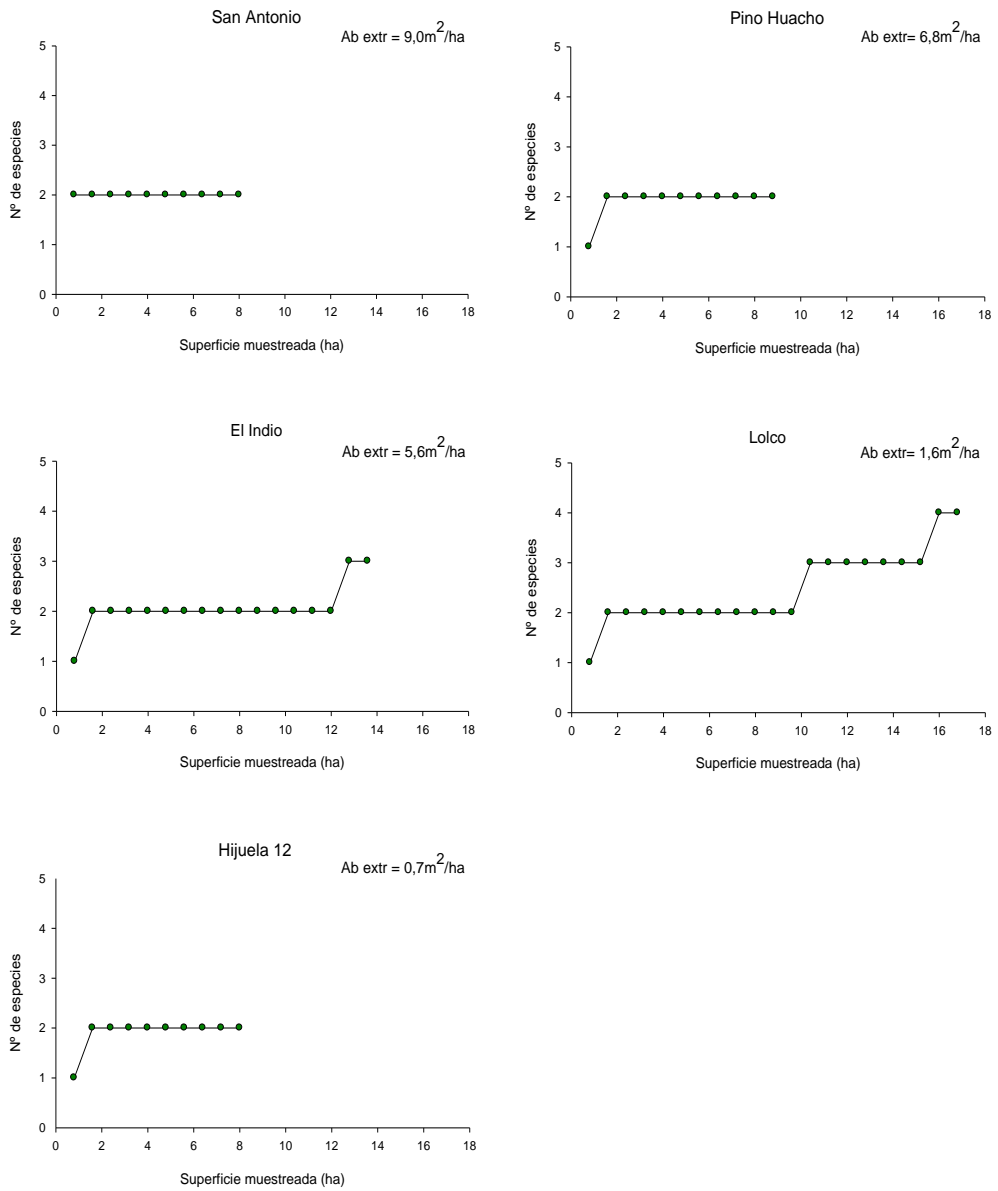


Figura 4.7 Riqueza acumulada de especies arbóreas según superficie y área basal extraída.

### 4.10.3 Similitud

Los resultados del índice de Sørensen muestran una alta similitud de especies en los bosques de *Araucaria* presentes en el área de estudio (Tabla 4.7), existiendo plena coincidencia de especies entre los predios San Antonio, Pino Huacho e Hijueta 12, con un índice de similitud de 100.

Por el contrario la menor similitud de especies se presenta entre los predios San Antonio y Lolco con un índice de 66,7 de similitud. En el resto de las comparaciones se obtiene un valor bastante alto (85,7), siendo *Araucaria araucana* y *Nothofagus pumilio* las especies principales en todos los predios evaluados. La explicación a dicha condición, característica de la asociación vegetal *Araucaria-Lenga*.

Por otra parte, los índices de similitud y la presencia de otras especies del género *Nothofagus* (*Nothofagus obliqua* y *Nothofagus dombeyi*), encontrados algunos predios, podrían ser un claro indicador que los bosques estudiados, forman parte de otras comunidades vegetales, en este caso “*Araucaria-Coigüe*” y “*Araucaria-Coirón*”, coincidiendo ello con las descripciones realizadas para la zona de estudio por Schmidt, (1977); Schmidt *et al.*, (1979); Puente, (1980); Gajardo, (1980); Veblen, (1982); Burns, (1991); Donoso, (1993) y Luebert y Pliscoff (2006).

Respecto de la diversidad de especies según intensidad de extracción realizada (área basal extraída), se visualiza que entre las áreas con mayor extracción de área basal (San Antonio, Pino Huacho y El Indio) y las de menor extracción (Lolco e Hijueta 12) existe una alta similitud de especies (85,7%), presentándose este mismo grado de similitud al comparar los predios Pino Huacho y El Indio con Lolco. Idéntico porcentaje de similitud se presenta entre los predios con mayor porcentaje de área basal extraída (San Antonio y El Indio) y los de menor extracción (Pino Huacho, Lolco e Hijueta 12).

**Tabla 4.7** Índice de similitud de especies.

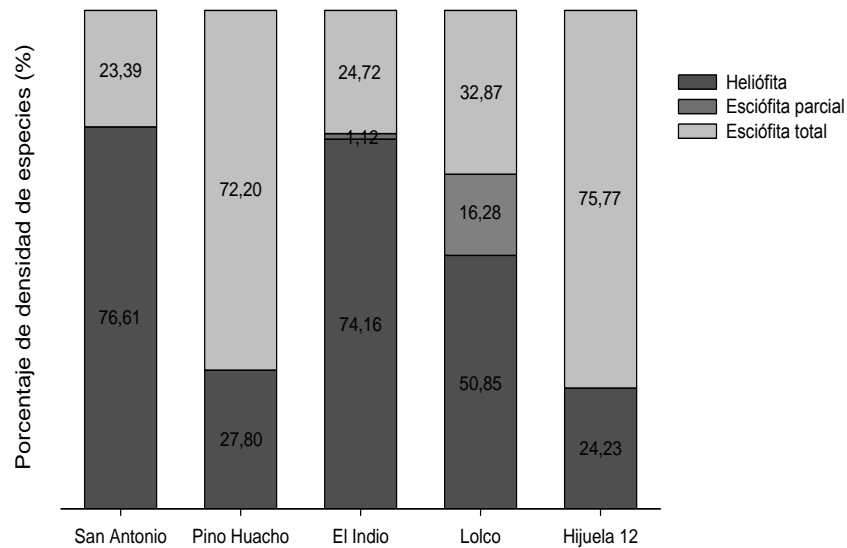
Parámetros	Comparaciones								
	S-P	S-I	S-L	S-H	P-H	I-L	S-P-I L-H	P-I L	S-I P-L-H
Índice de similitud	100,0	80,0	66,7	100,0	100,0	85,7	85,7	85,7	85,7
Índice de disimilitud	0,0	20,0	33,3	0,0	0,0	14,3	14,3	14,3	14,3
Nº de especies en común	2	2	2	2	2	3	3	3	3

### 4.11 Grupos ecológicos

En la figura 4.8 se representa la distribución porcentual de las especies presentes en la zona de estudio según su comportamiento como grupo ecológico, en el cual se considera

a *Araucaria araucana* como especie esciófila total debido a su mayor grado de tolerancia y a *Nothofagus dombeyi*, como una especie esciófila parcial, puesto que si bien puede soportar cierto grado de sombra, no tolera una gran cobertura, como si lo hace Araucaria, lo que le permite permanecer bajo dosel por muchos años.

A su vez, *Nothofagus pumilio* y *Nothofagus obliqua*, presentan una notable incapacidad para ocupar sitios de baja luminosidad, desarrollándose predominantemente en grandes claros y campos abiertos, por lo que son consideradas para estos efectos como especies heliófilas totales. Así, en los predios Hijueta 12 y Pino Huacho existe un alto porcentaje de especies esciófilas, siendo todas ellas de carácter total. En cambio en los predios El Indio y San Antonio las especies que predominan son las de tipo heliófilas, con porcentajes de 74,1 y 76,6 respectivamente, siendo menos abundantes las especies esciófilas de carácter parcial. En el predio Lolco la distribución entre especies heliófilas (50,8%) y esciófilas (49,2%) es bastante similar, predominando en este último caso las esciófilas totales (32,9%) frente a las especies esciófilas parciales (16,3%).



**Figura 4.8** Distribución porcentual de especies según su grupo ecológico.

Así, para el presente estudio se han clasificado las especies en función de sus demandas de luz. En los predios estudiados, coexisten formaciones en las cuales Araucaria, (esciófila total) convive con especies esciófilas parciales o heliófilas (*Nothofagáceas*), presentando una dinámica en la que los *Nothofagus*, de carácter pionero, aprovechan los claros de mayor tamaño sirviendo de protección a la regeneración de Araucaria, que puede permanecer varias décadas a la espera de una apertura del dosel.

El estudio de la agrupación de especies (grupos ecológicos) refleja cómo éstas se organizan espacialmente por gremios ecológicos, conjuntos de especies que comparten patrones similares en exigencias de luz, regeneración y crecimiento.

Si la perturbación es de mayor envergadura, los *Nothofagus* formarán rodales coetáneos en los que *Araucaria araucana* pasa a una posición de mayor dominancia cuando éstos

reducen su densidad por autorraleo dejando pasar más luz. A medida que estos rodales maduran llegando a una etapa de equilibrio dinámico, ambas especies son capaces de regenerar en claros, siendo las especies heliófilas dependientes de claros mayores.

Sin embargo, ante perturbaciones causadas por fenómenos alogénicos, *Araucaria* tiene la capacidad de persistir, actuando como especie colonizadora de nuevos sustratos. La dinámica entre *Araucaria* (esciófila total) y *Lenga* (esciófila parcial) característica del límite altitudinal y la que se produce entre *Araucaria* - *Coigüe* (esciófila parcial o semitolerante) predominante en los sectores medios de la Cordillera de Los Andes donde existe una mayor precipitación, ha sido descrita por diversos autores (Gajardo, 1980; Donoso, 1981; Veblen, 1982; Veblen *et al.*, 1995; Burns, 1991 y Drake *et al.*, 2005).

En la figura 4.9 se observa que existe una relación lineal entre la regeneración obtenida y el área basal extraída, siendo más abundante la regeneración en aquellos predios con mayor porcentaje de área basal extraída, obteniéndose un alto índice de correlación entre el área basal extraída y la regeneración obtenida ( $R^2=0.70$ ).

En el análisis por rango de regeneración, en el tramo de 0 a 50 cm, en el predio San Antonio, se visualiza con claridad que la mayor regeneración (11.875 ind/ha), coincide con la mayor extracción de área basal (9 ind/ha). En los otros rangos de regeneración, si bien es cierto, la mayor cantidad de regeneración se presenta cuando existe una mayor extracción de área basal, esta relación no es tan directa.

Es así como, en el rango de regeneración superior a 1,5 m, se visualiza que el predio San Antonio con 1.427 plántulas por hectárea presenta la mayor cantidad de regeneración, seguido por Hijueta 12 con 692 plántulas por hectárea y Pino Huacho con 107 plántulas por hectárea, siendo este último el predio con mayor área basal extraída (7 ind/ha). Por su parte, los predios El Indio y Lolco, presentaron regeneración de 301 y 350 plántulas por hectárea respectivamente, a pesar de las diferencias de área basal extraída.

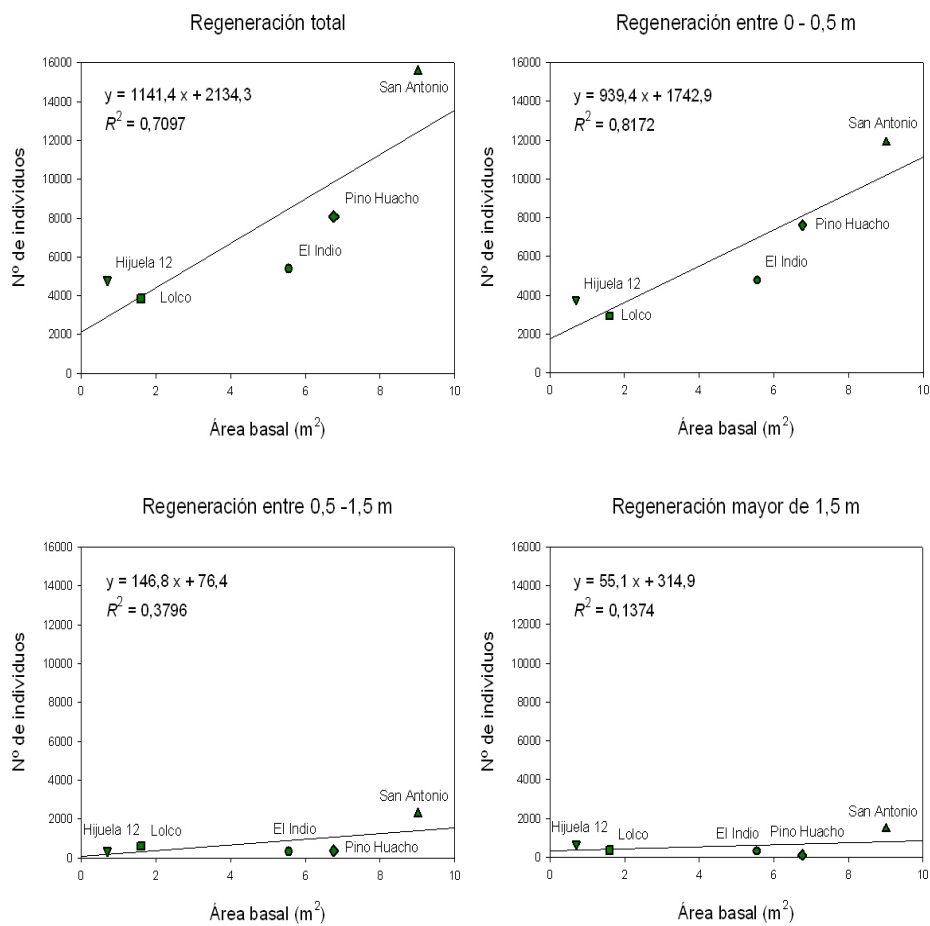


Figura 4.9 Relación entre área basal extraída y regeneración de Araucaria según rango de altura.

#### 4.12 Conclusiones

1. Los bosques de *Araucaria* presentes en el área de estudio corresponden las asociaciones vegetales tipificadas como “*Araucaria – Lenga*” y “*Araucaria – Coigüe*”, siendo *Araucaria araucana*, *Nothofagus dombeyi*, *Nothofagus pumilio*, *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus Antarctica* las especies arbóreas características de dichas formaciones.
- 1.2. En términos generales los bosques de *Araucaria* localizados en la zona de estudio presentan la estructura de monte alto irregular típica de la especie, aunque con alteraciones en las distribuciones diamétricas, las cuales producto de antiguas explotaciones presentan una gran concentración de individuos bajo los 60 cm y un número reducido de individuos de grandes dimensiones sobre dicho diámetro.
- 1.3. Los bosques estudiados poseen una diversidad de especies arbóreas bastante homogénea, presentado los predios Lolco y San Antonio los mayores índices con valores de  $0,54 \pm 0,06$  y  $0,47 \pm 0,05$  respectivamente y la menor en los predios Hijueta 12 y Pino Huacho con valores de  $0,41 \pm 0,06$  y  $0,38 \pm 0,07$  respectivamente.
- 1.4. La equidad y riqueza también presenta valores muy homogéneos, variando ellos entre  $0,71 \pm 0,05$  y  $0,61 \pm 0,5$  para la equidad y entre  $2,1 \pm 0,12$  y  $1,9 \pm 0,10$  para la riqueza, alcanzándose los mayores y menores valores para estas variables en los predios Lolco e Hijueta 12 respectivamente.
- 2.5. Coherente con su condición de especie esciófila total, *Araucaria* se sitúa predominantemente en los estratos “suprimido” e “intermedio”, ocupando los estratos superiores un porcentaje minoritario de individuos que no supera el 25% en el mejor de los casos estudiados.
- 3.6. La alteración de los bosques estudiados dificulta la identificación de las fases de desarrollo en que ellos se encuentran utilizando los modelos propuestos por Schmidt *et al.* en 1977.
- 3.7. Existe una alta correlación ( $R^2=0,82$ ) entre las intensidades de los aprovechamientos y la regeneración establecida de *Araucaria araucana*. Sin embargo, el establecimiento de dicha regeneración está condicionada por la dinámica del bosque y especialmente por la de especies de los Géneros *Chusquea* y *Nothofagus*, en cuyo caso, la correlación es baja.

### 4.13 Referencias

- AUER, V. (1951). Consideraciones científicas sobre la conservación de los recursos naturales de la Patagonia. *IDIA IV*, 40-4, 1-39.
- BURNS, B. (1991). The regeneration dynamics of *Araucaria araucana*. PhD Thesis Dept Geography, University of Colorado. USA. 211pp.
- CORVALÁN, P. (1977). Modelos dendrométricos para la especie *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en rodales fuertemente intervenidos. *Revista Ciencias Forestales*, 12, 33-41.
- DONOSO, C. (1981). Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. Documento de Trabajo N° 38. Investigación y Desarrollo Forestal (CONAF/PNUD/FAO). Publicación FAO. Chile. 82p.
- DONOSO, C. (1993). Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Primera Edición. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 484pp.
- DONOSO, C. (2006). Las especies Arbóreas de los Bosques Templados de Chile y Argentina. Autoecología. En Marisa Cuneo (Ed). Chile, Valdivia. 678p.
- DRAKE, F. (2004). Uso Sostenible en Bosques de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. Aplicación de Modelos de Gestión. Tesis doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, Universidad de Córdoba. España. 318pp.
- DRAKE, F. y ACUÑA, M. (2005). Propuesta de Manejo Sustentable de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. *Revista Bosque*, 26 (1), 23-32.
- ESKUCHE, U. (2002). Pflanzensociologische Untersuchungen in Nordpatagonien. IV. Die Wälder des *Nothofagion pumilionis*. *Folia Botanica et geobotánica Correntesiana*, 16, 1-47.
- GAJARDO, R. (1980). Vegetación del bosque de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en la Cordillera de Los Andes (Lonquimay, provincia de Malleco). Boletín Técnico N° 57. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 25pp.
- GAJARDO, R. (1994). La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 165pp.
- GONZÁLEZ, A. (2001). Análisis de la Densidad y Crecimiento de la Regeneración de un Bosque de *Araucaria* Bajo Distintas Intensidades de Corta de Selección. Tesis Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 79pp.
- GONZÁLEZ, M., CORTÉS, M., IZQUIERDO, F., GALLO, L., ECHEVERRÍA, C., BEKKESSY, S., y P. MONTALDO (2006). *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch.; *Araucaria* (o) Pehuén, Piñonero, Pino *Araucaria*, Pino Chileno, Pino Neuquen, Monkey Puzzle tree. En: C. Donoso (Ed.). *Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina: Autoecología* (pp 36-53). Valdivia, Chile.
- KALELA, E. (1941). Über die Holzarten und die durch die klimatischen Verhältnisse verursachten Holzartenwechsel in den Wäldernost Patagoniens. *Ann. Acad. Scient. Fenn.*, Ser. 5A, IV Biol.2, 1-151.

- LAMPRECHT, H. (1990). Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un abastecimiento sostenido. Eschborn. República Federal de Alemania. GTZ. 340pp.
- LANDRUM, L. y MILOS, T. (1975). Gradientes florales y morfología asociada del suelo en la reserva Forestal de Malalcahuell, Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. *Bol. Técnico*, 35, 1-59.
- LUEBERT, F., GAJARDO, R., y M. ESTAY (2003). Notas fitosociológicas sobre las asociaciones forestales del parque Nacional Tolhuaca (Chile). *Boletín Museo Nacional de Historia Natural*, 52, 51-56.
- LUEBERT, F. y PLISCOFF, P. (2006). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. 316pp.
- MONTALDO, P. (1974). La Bio-ecología de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. *Bol. Inst. Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación de Venezuela*, 46(48), 3-55.
- MORALES, R. (1983). Estudio de intervenciones en un bosque tipo de Coigüe según su estructura y distribución horizontal. Tesis, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 68pp.
- MORENO, M. (2010). Cambio de estructuras en formaciones de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch con distintos niveles de gestión silvícola. Tesis Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales, Universidad de Córdoba. España. 87pp.
- MOSTACEDO, B. y FRIEDERICKSEN, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOS). Santa Cruz, Bolivia. 92pp.
- MUJICA, R., SCHMIDT, H., EL KATEB, H., y R. MOSANDL (2009). Evaluación de Tratamientos Silvícolas en Bosques de *Araucaria araucana* en el Sur de Chile. En XIII Congreso Forestal Mundial. Buenos Aires, Argentina. 14pp.
- NARANJO, J., MORENO, H., y M. GARDEWEG (1991). Environmental impact of Lonquimay 1998-1990 eruption, Southern Andes (38°23'S), Chile. International Conference: Active Volcanoes and Risk Mitigation, Napoli, Abstract. Poster Session. 111-115pp.
- NOVOA, R. y VILLASECA, S. (1989). Mapa Agroclimático de Chile. Ediciones Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. 221pp.
- OBBERDORFER, E. (1960). Pflanzensoziologische Student in Chile. Ein Vergleich mit Europa. *Flora et Vegetatio Mundi*, 2, 1-208.
- PERALTA, M. (1980). Geomorfología, clima y suelo del tipo forestal Araucaria en Lonquimay. Boletín Técnico N° 57. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 35pp.
- PUENTE, M. (1980). Utilización de un Bosque de Tipo Araucaria con Criterios de Permanencia. Boletín Técnico N° 57. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 22pp.
- RAMÍREZ, G. (1978). Estudio florístico y vegetacional del Parque Nacional Tolhuaca (Malleco, Chile). Museo Nacional de Historia Natural. *Pub. Ocasional*, 24, 3-23. Santiago



- SCHMIDT, H. (1977). Dinámica de un Bosque Virgen de Araucaria-Lenga. *Forestry problems of the Genus Araucaria* (pp 3-11). Proceedings of IUFRO meeting held in Curitiba, Paraná, Brazil. 159-166.
- SCHMIDT, H., IPINZA, R., y L. VIAL (1979). Regeneración en Bosque Nativo de Raulí. Estudio Bibliográfico. *Documento de Trabajo N° 24* (pp 106-124). Publicación FAO/PNUD/CHI/75/003. Chile.
- SCHMIDT, H., TORAL, M., y P. BURGOS (1977). Silvicultura y uso de bosques de Araucaria. Región de Lonquimay. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 28pp.
- SCHMIDT, H., TORAL, M., y P. BURGOS (1980). Aspectos de estructura y de regeneración natural para el manejo silvícola de los bosques de Araucaria-Lenga. In *Forestry problems of genus Araucaria* (pp. 159-166). IUFRO meeting held in Curitiba, Brazil.
- SUÁREZ, M. y EMPARAN, C. (1997). Hoja Curacautín. Regiones de la Araucanía y del Bío-Bío, escala 1:250.000, Carta Geológica de Chile, N° 71. Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile. Santiago. 105pp.
- TORTORELLI, L. (1956). Maderas y bosques argentinos (pp 871-885). Buenos Aires, Argentina
- VEBLEN, T. (1982). Regeneration patterns in *Araucaria araucana* forests in Chile. *Journal of Biogeography*, 9, 11-28.
- VEBLEN, T. y ASHTON, D. (1982). The Regeneration Status of *Fitzroya cupressoides* in the Cordillera Pelada, Chile. *Biological Conservation*, 23, 141-161.
- VEBLEN, T., BURNS, B., KITSBERGER, T., LARA, A., y R. VILLALBA (1995). The Ecology of the Conifers of Southern South America. In N. Enright and R. Hill (Eds.). *Ecology of the Southern Conifers* (pp 120-155).
- VEBLEN, T. y SCHLEGUEL, M. (1982). Reseña ecológica de los bosques del sur de Chile. *Bosque*, 42, 73-115.
- VITA, A. (1996). Los Tratamientos Silviculturales. Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 147pp.
- YUDELEVICH, M., BROWN, C., ELGETA, H. y S. CALDERON (1967). Clasificación Preliminar del Bosque Nativo de Chile. Informe Técnico N° 27. Instituto Forestal de Chile.

## Capítulo 5

**Efectos de la aplicación de cortas selectivas en bosques de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch ubicados en la Región de la Araucanía en Chile.**

## Resumen

La intensa explotación a que fue sometida *Araucaria araucana* hasta finales de la década de los sesenta motivó la preocupación de la comunidad científica internacional y de los Estados del área de distribución, impulsando al Gobierno de Chile a establecer distintas medidas de protección legal para contribuir a la conservación de la especie, transitando ellos, desde las simples regulaciones a la explotación, hasta la prohibición absoluta de corta decretada en 1990.

Sin embargo, y no obstante haberse detenido las explotaciones indiscriminadas producto de la moratoria decretada en 1990, diversos estudios realizados sobre la especie coinciden en que no existen limitantes biológicas serias para su manejo y que ello puede realizarse en forma sustentable mediante la aplicación del método de regeneración de selección o cortas sucesivas.

Coinciden también los investigadores en que no obstante los positivos efectos de la moratoria impuesta por la condición de Monumento Natural otorgada a la especie, ella ha desincentivado la realización de estudios sobre la selvicultura recomendada para su manejo, razón por la cual, el presente trabajo, analizó el efecto del manejo realizado en bosques de *Araucaria araucana* intervenidos durante la vigencia del Decreto Supremo 141, de 1987, el cual permitía la explotación regulada de la especie mediante la aplicación de cortas selectivas.

Para ello, en base a la información contenida en cinco planes de manejo aprobados por la Corporación Nacional Forestal de Chile y a un inventario forestal realizado durante el año 2010 y completado el año 2011, se analizó en estado actual de los bosques intervenidos con el método de regeneración: selección o cortas sucesivas, mediante una comparación entre en estado anterior y posterior al manejo, mostrando los resultados una disminución en la densidad, existencias y regeneración de *Araucaria Araucana*, incluso bajo los diámetros mínimos de corta, las que al encontrarse muy por debajo de los valores reportados por diversos autores para la especie en la zona de estudio, imponen - desde la perspectiva de la sustentabilidad - severas restricciones a intervenciones con fines productivos que pudieran realizarse en el corto, mediano y largo plazo.

Palabras clave. *Araucaria araucana*, planes de manejo, inventarios forestales, cortas selectivas, densidad, existencias, sustentabilidad.

## Summary

Intense logging of *Araucaria araucana* until the 1960's, the international scientific community and the governments of the species'; prompting the Chilean government to adopt a number of legal measures in order to contribute to the species conservation, these measures ranged from simple logging restrictions to the outright logging ban in force since 1990.

In spite of the complete stop to commercial operations since the logging ban, different studies agree that there are no serious biological constraints for the management of the species, a goal that could be achieved in a sustainable way using the selection cutting method.

Researchers also agree that in spite of the positive effects of the logging ban attached to the condition of Nature Monument, this measure has been a disincentive for the silvicultural work recommended as the best prescription for *Araucaria* management. This has been one of the reasons behind this research, analyzing the effects of management operations carried out between 1987 and 1990, while decree 141, 1987, was in force, allowing selective logging of *Araucaria*.

Based on the information available in five management plans submitted to the Forest Service (Corporación Nacional Forestal) and the data obtained in a forest inventory carried out in 2010 and complemented with additional data in 2011, present day conditions of forests subject to selective logging were analyzed, comparing their state before and after management interventions. The results show a drop in density, volume and regeneration of *Araucaria araucana*, even below the minimum allowable cutting diameter. Since those parameters are now well under the values reported by various authors for this part of the country, from a sustainability perspective, there is a need for severe restriction of all commercial logging operations in the short, medium and long terms.

Keywords: *Araucaria araucana*, management plan, forest inventory, selective cutting, density, volume, sustainability.

## 5.1 Introducción

La fuerte explotación a que fue sometida *Araucaria araucana* hasta finales de la década de los sesenta ha concitado el interés y preocupación de la comunidad científica mundial y de los Estados del área de distribución debido a su singular valor ecológico y sociocultural, lo cual motivó a que la especie fuera clasificada en Chile como vulnerable por la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente y declarada Monumento Natural por el D.S. 43, de 1990.

A nivel internacional, *Araucaria araucana* se encuentra catalogada como especie vulnerable por la Unión Internacional Para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), e incluida en el Apéndice I de la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

Producto de dichas regulaciones, en Chile se encuentra prohibida la tala de árboles vivos, la alteración de su hábitat y el comercio internacional de la especie, sin embargo, diversos estudios relacionados sobre la ecología, dinámica y silvicultura de *Araucaria araucana*, coinciden en que no hay limitantes biológicas serias que impidan su manejo y que ello puede realizarse de manera sustentable mediante el método de regeneración: selección o cortas sucesivas.

Coinciden además los investigadores, en la necesidad de evaluar las intervenciones realizadas al amparo de los criterios técnicos contenidos en la legislación vigente hasta el año 1990, fecha en la que se decretó la prohibición absoluta de corta en Chile. Transcurridos más de 20 años desde las últimas explotaciones aprobadas por la autoridad forestal del país, el presente estudio recoge dicha inquietud al evaluar los efectos de las cortas selectivas realizadas en bosques de *Araucaria araucana* localizados en la Región en la Araucanía de Chile durante los años 1989 y 1990.

### 5.1.1 Silvicultura

Estudios realizados por diversos investigadores en bosques vírgenes y explotados de *Araucaria araucana*, coinciden en que esta especie posee una estructura multietánea irregular presentándose en bosquetes de superficie variable, en los cuales, se desarrollan árboles de todas las edades, asimilándose su distribución diamétrica a una “Jota invertida” y que los bosques coetáneos constituyen excepciones causadas por eventos catastróficos como incendios, deslizamientos de tierra o volcanismo (Veblen, 1982; Burns, 1993; Donoso, 1993; Schmidt, 1977; Schmidt *et al.*, 1980; Rechenne *et al.*, 2003; Drake, 2004 y Silva, 2009).

Donoso (2006), afirma que la aplicación de selvicultura en los bosques de *Araucaria araucana* puede considerarse como prácticamente ausente y sólo efectuada a una escala experimental. Dicho autor afirma que la limitada experiencia silvícola verificada desde los inicios de su aprovechamiento maderero hasta su protección legal, dificultan un análisis más integral sobre la factibilidad de manejar efectivamente los bosques de *Araucaria araucana* con criterios de sustentabilidad.

Schmidt *et al.* (1980) y Donoso (1981), señalan que no habrían limitantes biológicas serias para manejar los bosques de *Araucaria araucana*, y que aun teniendo la especie un crecimiento extremadamente lento en diámetro y altura, el crecimiento como masa es favorable, radicando el potencial productivo del bosque en los árboles de gran área basal. Además, debido a las características de crecimiento y razones de estabilidad del suelo, recomiendan mantener una cobertura permanente a través del manejo de un monte alto irregular con ciclos de corta.

Atendiendo a las características de regeneración, crecimiento y dinámica de la especie, varios autores han propuesto el método de selección o cortas sucesivas mediante la fijación de un diámetro mínimo de corta, asociado a un volumen máximo a intervalos repetidos en el tiempo, como el método silvícola más adecuado para mejorar la masa boscosa, mantener la estructura irregular del bosque, mejorar su sanidad y aprovechar completamente la capacidad productiva del sitio. Recomiendan además, extraer los árboles en forma individual o en pequeños grupos en el rodal a objeto de mantener una cobertura permanente, facilitar el reclutamiento de nuevos individuos y la repoblación en los claros que se producen por la extracción de ejemplares adultos (Schmidt *et al.*, 1979; Puente, 1980; Donoso, 1981; Muñoz, 1984; Mendoza, 1993; Vita, 1996; Donoso, 1998; Drake, 2004; Donoso, 2006).

Sin embargo, y no obstante concordar en el método silvicultural recomendado para *Araucaria araucana*, diversos investigadores consideran que la intensidad de corta debería ser mayor a la permitida en su momento por la legislación chilena, dado que intervenciones leves no logran recuperar la estructura natural de la especie en bosques alterados y el bosque en su conjunto no registra cambios de importancia en las tasas de crecimiento (Schmidt, 1977; Puente, 1980; Peralta, 1980; Schmidt *et al.*, 1980; Schmidt y Lara, 1985; Caavieres 1987; Donoso, 1990).

Respecto de la aplicación del método silvícola, Puente (1980), Davis, (1984); Schmidt y Lara, (1985); Schmidt, (1977); Rechenne *et al.*, (2003) concluyen que al aplicar el método de selección se obtiene un bosque multietáneo irregular, con prácticamente todas las clases de edades o tamaños presentes. Coinciden además, en que los ciclos de extracción se deberían determinar en base al incremento en biomasa acumulado y que la sumatoria del volumen de los árboles de mayor diámetro a extraer no podría superar el volumen total de biomasa acumulado en ese período. Lo cual permitiría modificar la duración de las fases de crecimiento, envejecimiento y desmoronamiento, reduciendo o eliminando esta última fase, para aprovechar al máximo el potencial de crecimiento del bosque.

### 5.1.2 Crecimiento

Schmidt *et al.* (1980), en un estudio realizado en un bosque de *Araucaria* – Lenga en el predio Chilpaco, en Lonquimay, indica que *Araucaria araucana* experimenta crecimientos de  $5 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$  a  $6 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ , ocupando entre  $100 \text{ m}^2$  a  $120 \text{ m}^2$  del total de área basal presente en la hectárea. En estudios realizados en bosques de *Araucaria araucana* en la comuna de Lonquimay, Muñoz (2000) y Mujica (2009) determinaron crecimientos promedio de  $1,1 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$  y  $2,9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ , respectivamente. En el valle de Quinquén, Ojeda (1989) determinó crecimientos de  $2,0 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ .

Por su parte, Montaldo (1974) y Puente (1980) en la Cordilla de los Andes, determinaron volúmenes de hasta  $1.475 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  y  $1.283 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  en bosques de *Araucaria araucana*. Estos altos valores de volumen en bosques adultos son mencionados también por Veblen (1982), Burns (1993) y Donoso, (1993).

Sin embargo, la afirmación de Schmidt *et al.* (1980) en relación a que los bosques de *Araucaria araucana* pueden alcanzar  $2.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  no ha sido avalada por otros autores.

### 5.1.3 Regeneración

*Araucaria araucana* una especie tolerante cuya regeneración, debido a las características de sus semillas, se establece a reducida distancia de los árboles semilleros, presentando desventajas frente a las especies del Género *Nothofagus* para el establecimiento de la regeneración en claros y bosques abiertos. Ello debido a que las especies de dicho género poseen una mayor fertilidad, menor tamaño y amplia capacidad de diseminación de sus semillas, lo cual les permite en esas condiciones, establecer con mucha rapidez una densa capa de regeneración.

Por el contrario, los autores afirman que *Araucaria araucana* posee ventajas frente a especies como *Chusquea couleu*, *Nothofagus pumilio* o *Nothofagus dombeyi* cuando sobrevive a disturbios y/o coloniza prontamente áreas devastadas por tratarse de una especie adaptada para sobrevivir a catastrofismos causados por el fuego, volcanismos u otros (Schmidt, 1977; Schmidt *et al.*, 1979; Veblen, 1982; Burns, 1993; Donoso, 1993; Mujica *et al.*, 2009; Fajardo y González, 2009).

Schmidt, (1984) en un estudio sobre los efectos provocados por distintas intensidades de corta realizadas en bosques del tipo forestal *Araucaria*, determinó la presencia de regeneración natural de *Araucaria araucana* en cantidades que variaban entre 3.172 y 4.503 unidades por hectárea. Rechene (2003), en un estudio realizado en el Predio María Jesús, en parcelas con extracciones de área basal residual baja y media, encontró que la regeneración de *Araucaria araucana* era muy similar, oscilando entre 6.752 y 6.647 plantas por hectárea.

En parcelas testigo, el estudio mostró que la regeneración osciló entre 7.895 y 11.859 plantas por hectárea, cifras concordantes con las 9.000 plantas por hectárea estimada en parcelas testigo por Schmidt y Campos (1998) e inferior a las 21.000 plantas por hectárea contabilizadas por Caro (1995).

Caro (1995) y Rechene (2003), determinaron respectivamente que el 73% y 70% de la regeneración de *Araucaria araucana* presentaba alturas menores a 20 cm. León (2004) encontró densidades de regeneración que variaban entre 54% a 100% en el rango de altura de 31 a 100 cm y variaciones de 0 a 26% en el rango de altura de 100 a 200 cm. Vildósola (2001), en estudio realizado en el Parque Nacional Conguillío, encontró densidades promedio de regeneración de 1.021 pl/ha plantas en el rango de 0 a 10 m en bosques de *Araucaria* – Coigüe; 6.725 pl/ha en bosques de *Araucaria* puros y 1.488 pl/ha en bosques de *Araucaria* - Ñirre.

En un estudio realizado en la Cordillera de Nahuelbuta, se encontraron valores promedio de 7.152 plantas por hectárea en exposiciones sureste y de 1.846 plantas por hectárea en exposiciones noroeste. En el mismo estudio, se determinó que, en exposiciones Sureste el 61,2% de la regeneración tenía entre 0 y 30 cm de altura; el 25,8% entre 31 a 100 cm; y el 13% restante, se encontraba en el rango de 101 a 200 cm de altura. En la exposición Noroeste, los promedios fueron de 41,3%, 33,1% y 25,6% para los mismos rangos.

A su vez, en un estudio sobre dinámica de regeneración realizado en el Parque Nacional Tolhuaca, en la Región de la Araucanía, León (2004), encontró valores de regeneración que oscilaban entre los 83 y 1.250 pl/ha para la exposición norte; 1.083 a 3.582 pl/ha para la exposición este; 0 a 4.500 pl/ha para la exposición sur; y 0 a 333 pl/ha para la exposición norte (Zegpi, 2004).

## 5.2 Objetivos

### 5.2.1 Objetivo General

Evaluar los efectos de las explotaciones forestales realizadas en bosques de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch, ubicados en la Región de la Araucanía en Chile, mediante la aplicación de selectivas.

### 5.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar los cambios de densidad y existencias en bosques de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch, producto de la aplicación de cortas selectivas durante los años 1989 y 1990;
- Caracterizar la regeneración en bosques de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch sometidos a cortas selectivas durante los años 1989 y 1990.

## 5.3 Material y métodos

### 5.3.1 Área de Estudio

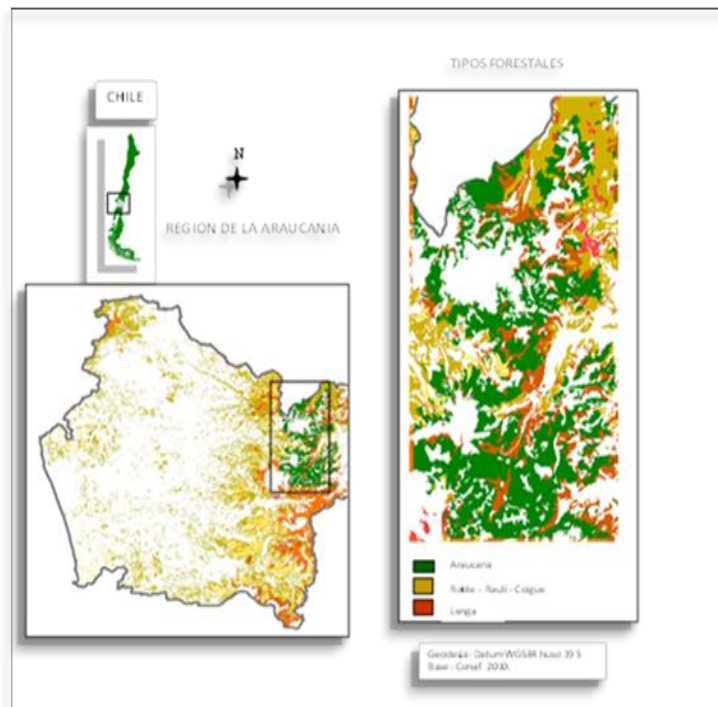
La Figura 5.1 muestra el cuadrante donde se localizan los bosques de *Araucaria araucana* existentes en cinco (5) predios ubicados entre los 38°5.584 y 38°45.382 Latitud Sur, en la Región de la Araucanía de Chile.

En área de estudio, el clima corresponde al tipo mediterráneo perhúmedo, con seis meses de lluvia a contar del mes de mayo y nevazones entre los meses de junio a octubre y sólo dos meses secos en el año. La precipitación media anual es de 3.083 mm. La temperatura media anual es de 8,5 ° C. Los vientos dominantes son los del Suroeste en los meses de verano y del Noroeste en el resto del año.

En general, los suelos son de origen volcánico en los cuales aparecen horizontes de cenizas y escorias que tienen varios metros de espesor. En algunos sectores se encuentran cenizas más antiguas, que han originado los suelos de "Trumao". En las partes bajas, el suelo es profundo y con abundante humus, debido a que la cubierta vegetal presenta un mayor porcentaje de latifoliadas, como el Roble y el Raulí. A medida que aumenta la altitud, disminuye la profundidad del suelo, encontrándose estas áreas cubiertas por bosques de *Araucaria* prácticamente puros.



Aunque toda la vegetación pertenece a la misma formación vegetal, denominada "Bosque Caducifolio Alto Andino de Araucaria", es posible diferenciar dos asociaciones vegetales: hasta los 1.200 m.s.n.m., se encuentra el bosque de Roble-Raulí-Coigüe (*Nothofagus obliqua*-*Nothofagus alpina*- *Nothofagus dombeyi*). En los terrenos de mayor altitud, y hasta el límite vegetacional, predomina la asociación de *Araucaria araucana* con *Nothofagus pumilio* (Araucaria – Lengua).



**Figura 5.1** Ubicación del área de estudio en la región de la Araucanía de Chile

### 5.3.2 Fuentes de Información

Para el desarrollo del presente estudio (ver Tabla 5.1) se utilizaron los antecedentes contenidos en los planes de manejo aprobados por la Corporación Nacional Forestal de Chile (CONAF) durante los años 1989 y 1990 correspondientes a los predios "Lolco", "Pino Huacho", "Hijuela 12", "San Antonio" y "El Indio", para una superficie total de 16.330,7 hectáreas, de las cuales 901,6 hectáreas fueron intervenidas bajo la modalidad de cortas selectivas siguiendo la normativa técnica contenidas en el D.S. N° 141 (Ministerio de Agricultura de Chile, 1987).

La base cartográfica del estudio se realizó a partir de imágenes SPOT correspondientes al año 2008, con coberturas IGM 1:50.000, las cuales fueron procesadas y respaldadas en formato digital, utilizando para ello el programa ArcGIS 9.3. Se consultaron además fotografías aéreas originadas en vuelos realizados por el Servicio Aéreo Fotogramétrico de Chile (SAF), la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y el Instituto Geográfico Militar (IGM), Cartas del Instituto Geográfico Militar (IGM), escalas 1:50.000, todas las cuales se utilizaron en la confección de los distintos planes de manejo evaluados en el presente estudio.

**Tabla 5.1** Información predial contenida en los planes de manejo aprobados por CONAF.

Predio	Año de Intervención	S. Predial (ha)	S. Intervenida (ha)	Densidad (arb/ha)	A. Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)	D.M.C (cm)
Lolco	1990	15.330	590,2	162,5	59,3	227,0	65
El Indio	1989	500	194,4	208,8	70,2	711,1	60
P. Huacho	1989	343	59,3	230,9	78,6	854,9	80
S. Antonio	1990	69,8	27,9	676,8	75,7	752,0	79,5
Hijuela 12	1989	87,9	29,8	212,1	64,6	635,9	95

### 5.3.3 Diseño del Inventario

Para determinar el tipo de muestreo a utilizar se realizó un inventario piloto, en base a cuyos resultados, la información contenida en los planes de manejo y las características geográficas de los predios, se decidió aplicar un Muestreo Aleatorio Simple (MAS). La intensidad de muestreo fue de un 5,5 % respecto de la superficie intervenida.

Para la recogida de información, se utilizaron tres tipos de parcelas, a saber; parcelas cuadradas de 1.000 m<sup>2</sup> para la caracterización de los bosques, parcelas circulares 400 m<sup>2</sup> para determinar la composición florística y condiciones ecológicas del rodal y parcelas circulares de 100 m<sup>2</sup> para caracterizar la regeneración. Estas últimas fueron complementadas en el año 2011 con parcelas de 16 m<sup>2</sup> para clasificar la regeneración por calidad y rangos de altura.

La distribución de las parcelas fue realizada en forma aleatoria y en proporcionalidad a la superficie de cada predio, siendo identificadas y numeradas en terreno, registrándose su ubicación en fotografías aéreas y los planos elaborados para el desarrollo del estudio. Se replantearon además parcelas alternativas, las cuales fueron ejecutadas cuando las parcelas originales resultaban inaccesibles o presentaban serios riesgos para la seguridad del personal encargado de la toma de datos (Anexo III).

**Tabla 5.2** Número, tipo y distribución de parcelas utilizadas en inventario

Predio	S. Total (ha)	S. Intervenida (ha)	Tipo		
			Mensura	Regeneración	Total
Lolco	15.330	590,2	55	55	110
El Indio	500	194,4	18	18	36
P. Huacho	343	59,3	6	6	12
S. Antonio	69,8	27,9	3	3	6
Hijuela 12	87,9	29,8	3	3	6
<b>Total</b>	<b>19.330</b>	<b>901,6</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>170</b>

### 5.3.4 Toma de datos

En las campañas de terreno participaron un total de 21 profesionales de la Corporación Nacional Forestal, los cuales se organizaron en cuadrillas, compuestas por 5 personas cada una. Para la toma de datos se utilizaron GPS, huinchas diamétricas, huinchas de distancia, forcípulas, brújulas e hipsoclinómetros, cámaras fotográficas digitales, machetes, banderillas, cuerdas, estacas, jalones, etc. El registro de los datos de cada parcela se efectuó en formularios de terreno diseñados de manera específica para este inventario, cuyo formato se adjuntan en el Anexo 3.1.

Para efectos de la caracterización, dentro de cada parcela de 1.000 m<sup>2</sup> se midieron el DAP y las alturas totales y fustales en todos los árboles que tuvieran un diámetro a la altura del pecho superior a 10 cm, a su vez, en las de 100 m<sup>2</sup> se contabilizaron todas las plantas de *Araucaria araucana* con D.A.P. menor a 10 cm y 2 m de altura.

### 5.3.5 Procesamiento y almacenamiento de datos

El procesamiento de la información recogida en terreno, se realizó mediante el software Sistema de Inventario Forestal para Bosque Nativo versión 2009 desarrollado por la empresa Servicios y Manejo Forestal (SERMAFOR). Los datos de terreno y la información procesada fueron respaldados y almacenados en archivos digitales en los computadores de la Corporación.

## 5.4 Resultados

### 5.4.1 Estructura

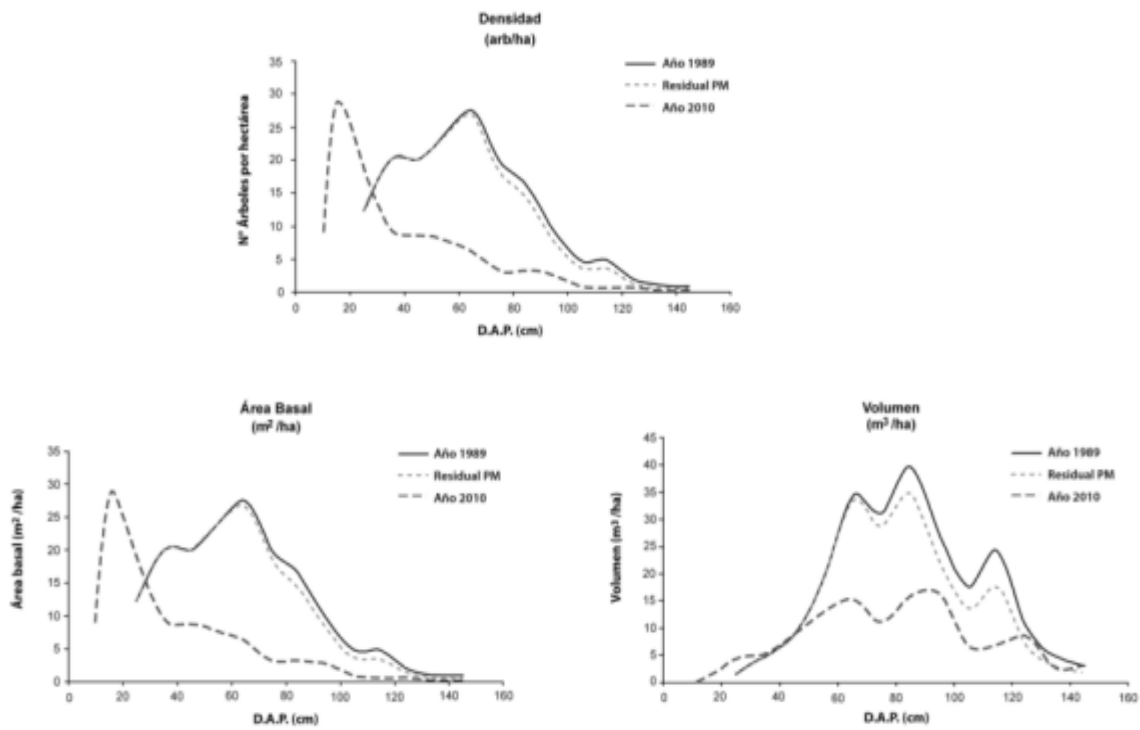
#### Predio Lolco

El plan de manejo aprobado por CONAF para el predio “Lolco” (ver Tabla 5.1), contemplaba la corta de 3.427 ejemplares y la extracción de 7.656,3 m<sup>3</sup> de *Araucaria araucana*, fijando un diámetro mínimo de corta de 65 cm, la extracción de 5,8 árboles y 12,97 m<sup>3</sup> por hectárea, que la extracción no debía superar los 30,7 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, extrayendo sólo el 66,6% del crecimiento acumulado, el establecimiento de ciclos de corta de 40 años y la obligación de reforestar con la misma especie una superficie de 31 ha, a razón de 1.100 plantas por hectárea.

**Tabla 5.3** Antecedentes pre y post manejo de *Araucaria araucana* (Lolco).

DAP (cm)	Lolco								
	Densidad (arb/ha)			Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)			Volumen (m <sup>3</sup> /ha)		
	1989	Residual	2010	1989	Residual	2010	1989	Residual	2010
10			9,1		0,5	0,1			0,1
15			28,8			1,5			1,0
25	12,3	12,3	18,6	0,6	0,6	0,9	1,6	1,6	4,4
35	20,1	20,1	9,5	1,9	1,9	0,9	5,1	5,1	5,3
45	20,1	20,1	8,8	3,2	3,2	1,4	8,8	8,8	8,9
55	23,8	23,8	7,9	5,7	5,7	1,9	19,4	19,4	12,9
65	27,5	26,7	6,3	9,1	8,9	2,1	34,3	34,3	15,2
75	19,9	18,3	3,2	8,8	8,1	1,4	31,2	28,7	11,0
85	16,2	14,1	3,4	9,2	8,0	1,9	39,8	34,7	15,7
95	9,4	7,7	2,7	6,7	5,5	1,9	27,1	22,3	16,2
105	4,8	3,7	0,9	4,2	3,2	0,8	17,7	13,7	6,9
115	4,8	3,5	0,7	5,0	3,6	0,7	24,2	17,5	6,9
125	1,8	1,2	0,7	2,2	1,5	0,9	9,9	6,7	8,5
135	0,9	0,6	0,2	1,3	0,9	0,3	4,9	3,1	2,6
145	0,9	1,5	0,2	1,5	0,8	0,3	3,1	1,8	3,1
<b>Total</b>	<b>162,5</b>	<b>152,6</b>	<b>100,8</b>	<b>59,3</b>	<b>51,8</b>	<b>15,9</b>	<b>227,0</b>	<b>196,6</b>	<b>118,6</b>

Como se desprende de la Tabla 5.3, los resultados del inventario realizado durante el año 2010 muestran una importante disminución en la densidad y existencias prediales, expresándose ello en la pérdida de 37,9 % del número inicial de individuos (61,7 arb/ha); 73,7% del área basal (43,4 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup>) y 47,6 % del volumen (108,6 m<sup>3</sup>/ha) existente en el predio antes de ser intervenido. Bajo el diámetro límite de corta (65 cm), se producen disminuciones de 9,23% en el número de individuos; 21,6% en el área basal y 9,43% en el volumen, respecto de las existencias del año 1989. Sobre el diámetro límite, los resultados muestran disminuciones de 28,7 % en el número de individuos, de 51,4% en el área basal y 38,3% en el volumen.



**Figura 5.2.** Efectos de las intervenciones realizadas en el predio Lolco.

Como se aprecia en la Figura 5.2, durante el período de estudio se produce un notorio cambio en la distribución diamétrica de *Araucaria araucana*, mostrando al año 2010 una mayor concentración de individuos en las clases diamétricas inferiores y una disminución progresiva en las clases mayores, generándose así la distribución de “jota inversa” característica de la especie.

A su vez, durante el año 2010, el área basal y volumen se distribuyen en forma bastante homogénea en todas las clases diamétricas, presentando montos levemente mayores entre los 50 a 100 cm de diámetro, rango en el cual se concentra del orden del 74% de las existencias prediales al año 2010. Bajo los 25 cm de diámetro se observa un incremento de  $44,2 \text{ arb ha}^{-1}$ , el cual podría explicarse por el crecimiento de regeneración establecida en el año 1990, que no habría sido debidamente registrada en plan de manejo aprobado por CONAF.

## El Indio

El plan de manejo aprobado por CONAF durante el año 1989 (Tabla 5.1), contemplaba la corta de 1.750 ejemplares de *Araucaria araucana* distribuidos en 194,4 hectáreas del Predio “El Indio”.

En términos de volumen, la autorización otorgada, autorizaba la extracción de 5.320 m<sup>3</sup> de la especie, de los cuales 3.990 m<sup>3</sup> correspondían a cortas selectivas y 1.330 m<sup>3</sup> a cortas silvícolas, fijando para ello un diámetro límite de corta de 65 cm. Indicaba además, que la extracción no debía superar los 30,8 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, que se extraería sólo el 66.6% del crecimiento acumulado, que se establecerían ciclos de corta de 40 años, que la regeneración existente alcanzaba 2.305 plantas por hectárea, y la obligación de reponer 10 plantas de *Araucaria* por cada árbol cortado.

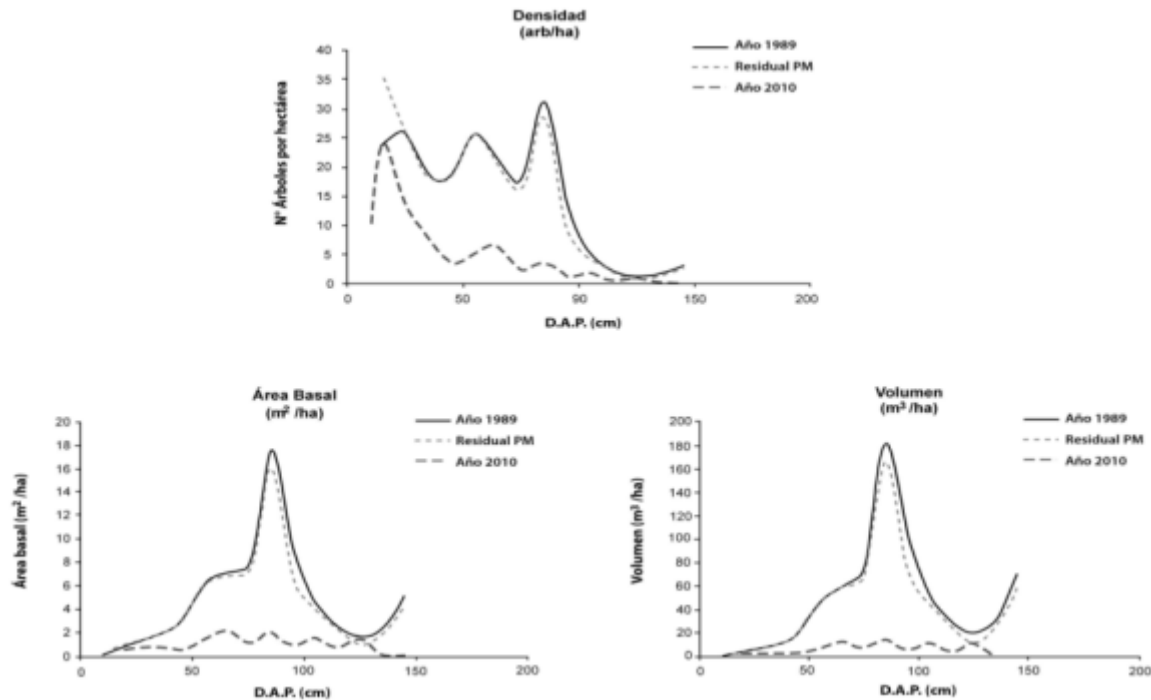
**Tabla 5.4** Antecedentes pre y post manejo de *Araucaria araucana* (El Indio).

El Indio									
DAP (cm)	Densidad (arb./ha)			Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)			Volumen (m <sup>3</sup> /ha)		
	1988	Residual	2010	1988	Residual	2010	1988	Residual	2010
10			10,6			0,1			0,4
15	23,7	35,5	24,2	0,4	0,6	0,4	2,2	3,2	2,3
25	26,0	26,0	13,5	1,3	1,3	0,7	6,3	6,3	2,8
35	18,5	18,5	7,9	1,8	1,8	0,8	10,2	10,2	3,5
45	18,4	18,4	3,6	2,9	2,9	0,6	19,8	19,8	2,9
55	25,6	25,6	5,3	6,1	6,1	1,3	47,0	47,0	7,3
65	21,1	20,5	6,5	7,0	6,8	2,2	60,7	58,9	13,6
75	17,8	16,4	2,4	7,9	7,2	1,1	74,9	68,9	7,1
85	31,1	28,4	3,6	17,6	16,1	2,0	182,1	166,5	14,3
95	13,1	9,3	1,2	9,3	6,6	0,8	102,5	73,2	6,3
105	5,2	4,5	1,8	4,5	3,9	1,5	52,9	45,6	11,8
115	2,3	2,2	0,6	2,4	2,3	0,6	29,5	27,9	4,9
125	1,3	0,8	1,2	1,6	0,9	1,4	21,1	11,9	11,9
135	1,6	1,4		2,3	2,0		30,8	26,2	
145	3,1	2,6		5,1	4,3		71,2	59,3	
<b>Total</b>	<b>208,8</b>	<b>210,1</b>	<b>94,6</b>	<b>70,2</b>	<b>62,7</b>	<b>13,4</b>	<b>71,1</b>	<b>624,8</b>	<b>89,0</b>

Los resultados del inventario realizado durante el año 2010 (ver Tabla 5.4), muestran una fuerte disminución de existencias en prácticamente todas las clases diamétricas, incluso en aquellas situadas bajo el diámetro límite de corta, ocurriendo las mayores disminuciones sobre los 65 cm de diámetro.

Se constata además, que durante el período 1989–2010, los bosques del predio “El Indio” experimentaron disminuciones de 60,6% (126,6 arb/ha) en densidad; 80,9 % (56,8 m<sup>2</sup>/ha) en área basal y 87,5% (622,1 m<sup>3</sup>/ha) en volumen. Bajo el diámetro límite de corta se observan disminuciones de 29,6%; 19,4% y 15,9% para la densidad, área basal y volumen respectivamente. A su vez, sobre el diámetro límite de corta, se observan disminuciones de 31.1% en la densidad; 74,1% en área basal y 71,5% en volumen.

En la Figura 5.3 se puede apreciar que la distribución diamétrica de *Araucaria araucana* en el año 2010, se asimila de mejor forma a la distribución irregular característica de los bosques multietáneos y propia de la especie. Se visualiza además, un leve aumento de la densidad en las clases diamétricas menores a 15 cm, seguramente producto del crecimiento de la regeneración existente en el año 1989.



**Figura 5.3** Efectos de las intervenciones realizadas en el predio “El Indio”

### Pino Huacho

En el año 1989, CONAF autorizó en el predio “Pino Huacho”, la extracción de 4.808 m<sup>3</sup> de *Araucaria araucana* (4.013 m<sup>3</sup> producto de cortas selectivas y 796,5 m<sup>3</sup> de cortas silvícolas), fijando un diámetro mínimo de corta de 80 cm y cupos máximos de extracción para cortas selectivas (5,5 árboles y 7,7 m<sup>3</sup> por hectárea) y para cortas silvícolas (1,2 árboles y 13,4 m<sup>3</sup> por hectárea). Contemplaba además, la obligación de reponer diez plantas de *Araucaria* por cada árbol cortado e indicaba que el crecimiento periódico del bosque era de 1,69 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup>.

**Tabla 5.5** Antecedentes pre y post manejo de *Araucaria araucana* (Pino Huacho).

<b>Pino Huacho</b>									
DAP (cm)	Densidad (arb/ha)			Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)			Volumen (m <sup>3</sup> /ha)		
	1989	Residual	2010	1989	Residual	2010	1989	Residual	2010
10			3,0			0,0			0,2
15	58,0	58,8	33,0	1,0	1,0	0,6	5,3	5,8	3,3
25	28,7	28,7	23,3	1,4	1,4	1,1	6,9	6,9	5,7
35	16,0	16,0	20,0	1,5	1,5	1,9	8,9	8,9	10,7
45	14,7	14,7	18,3	2,3	2,3	2,8	15,8	15,8	18,2
55	18,7	18,7	15,0	4,4	4,4	3,4	34,4	34,4	24,3
65	14,7	14,7	13,3	4,9	4,9	4,3	42,3	42,3	32,3
75	20,7	20,4	5,0	9,2	8,9	2,1	87,1	85,8	17,0
85	14,0	13,4	3,3	7,9	7,6	1,8	82,0	78,7	15,2
95	17,3	16,2	1,7	12,3	11,5	1,1	135,7	126,9	9,9
105	8,7	7,5	0,0	7,5	6,5	0,0	88,4	76,6	0,0
115	6,0	4,7	0,0	6,2	4,9	0,0	77,7	60,3	0,0
125	5,3	4,4	1,7	6,5	5,4	1,9	84,1	69,5	18,4
135	2,7	1,7	1,7	3,9	2,4	2,3	51,9	32,5	21,9
145	2,7	2,5		4,5	4,1		62,0	56,3	
155	2,7	2,7		5,1	5,1		73,1	73,1	
<b>Total</b>	<b>230,9</b>	<b>224,0</b>	<b>139,3</b>	<b>78,6</b>	<b>72,1</b>	<b>23,3</b>	<b>854,9</b>	<b>773,7</b>	<b>207,0</b>

En el Tabla 5.5 se aprecia el fuerte cambio experimentado en los bosques de *Araucaria araucana* del predio “Pino Huacho” durante el período 1989–2010, expresándose ello, en la disminución de 39,7% de la densidad inicial (91,6 arb/ha); 70,4% en área basal (55,3 m<sup>2</sup>/ha) y 75,8% en volumen (647,9 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>). Bajo el diámetro límite de corta se observan disminuciones de 22,1%; 18,7% y 14,7% en densidad; área basal y volumen respectivamente, en relación a las existencias prediales del año 1989. Sobre el diámetro límite de corta, se observan disminuciones de 17,5% en la densidad; 51,6% en área basal y 61,1% en volumen.

Se aprecian además, densidades y existencias muy bajas sobre el diámetro límite de corta, habiéndose encontrado en dicho rango solamente algunos ejemplares que, probablemente por su condición de sanidad y forma, no fueron afectados en explotaciones anteriores.

En la Fig. 5.4, se observa que la distribución diamétrica, de *Araucaria araucana* en el año 1989 presentaba las características propias de una estructura multietánea, concentrando una gran cantidad de individuos en las clases diamétricas menores y muy pocos en las clases diamétricas superiores.

En el año 2010, la concentración de ejemplares en las clases diamétricas menores a 35 cm disminuye notoriamente, desdibujándose en gran medida dicha distribución. De igual forma se visualiza con mucha claridad la gran disminución existencias (área basal y volumen) en las clases diamétricas situadas sobre el diámetro límite de corta (80 cm), siendo nulas en las clases diamétricas de 105 y 115 cm.



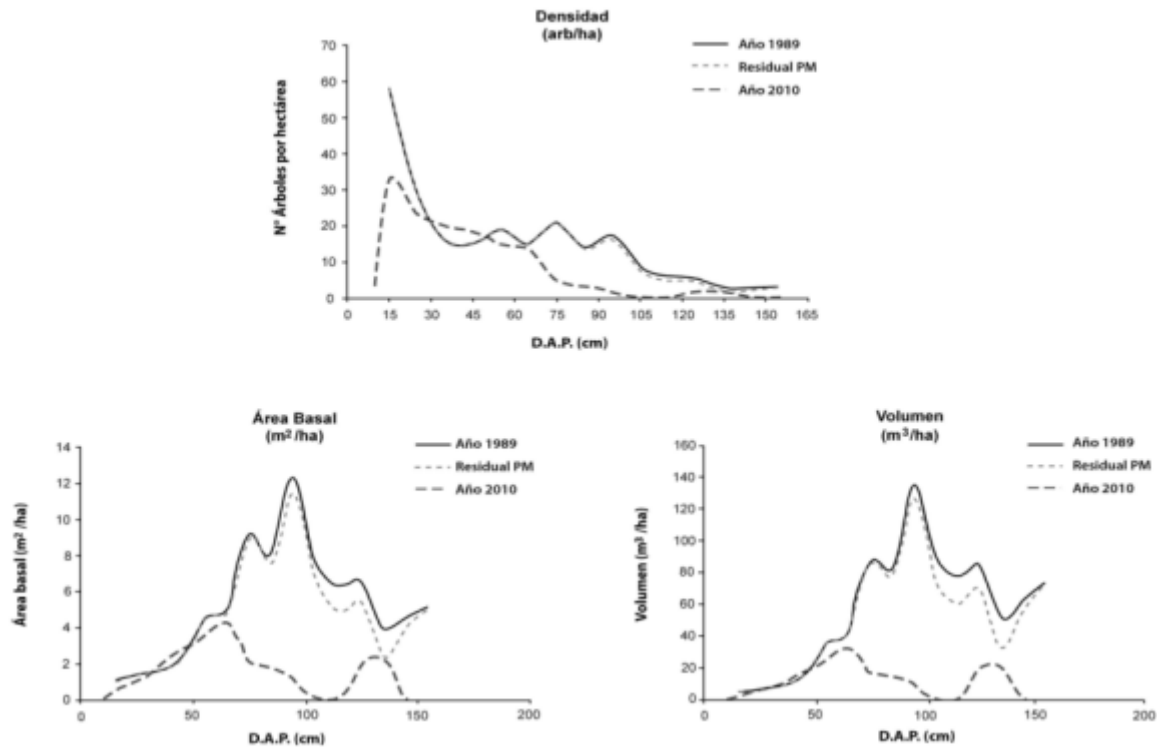


Figura 5.4 Efectos de las intervenciones realizadas en el predio “Pino Huacho”.

### San Antonio

El plan de manejo aprobado por CONAF para la explotación de 27,9 ha de bosques en el predio San Antonio, autoriza la corta de 113 ejemplares de *Araucaria araucana* (101 ejemplares en cortas selectivas y 12 ejemplares en cortas silvícolas) y la extracción de un volumen de 1.512,6 m<sup>3</sup> de la especie (1.353,5 m<sup>3</sup> por cortas selectivas y 159,1 por cortas silvícolas), fijando para ello, un diámetro límite de corta de 79,5 cm y cupos de extracción de 4,05 árboles y 54,24 m<sup>3</sup>/ha.

Adicionalmente, el plan de manejo indicaba que los bosques no presentaban evidencias de intervenciones anteriores, estableciendo la obligación de reforestar con la misma especie a razón de 10 plantas por cada árbol de *Araucaria* cortado.

**Tabla 5.6** Antecedentes pre y post manejo de *Araucaria araucana* (San Antonio).

<b>Pino Huacho</b>									
DAP (cm)	Densidad (arb/ha)			Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)			Volumen (m <sup>3</sup> /ha)		
	1989	Residual	2010	1989	Residual	2010	1989	Residual	2010
10			3,0			0,0			0,2
15	58,0	58,8	33,0	1,0	1,0	0,6	5,3	5,8	3,3
25	28,7	28,7	23,3	1,4	1,4	1,1	6,9	6,9	5,7
35	16,0	16,0	20,0	1,5	1,5	1,9	8,9	8,9	10,7
45	14,7	14,7	18,3	2,3	2,3	2,8	15,8	15,8	18,2
55	18,7	18,7	15,0	4,4	4,4	3,4	34,4	34,4	24,3
65	14,7	14,7	13,3	4,9	4,9	4,3	42,3	42,3	32,3
75	20,7	20,4	5,0	9,2	8,9	2,1	87,1	85,8	17,0
85	14,0	13,4	3,3	7,9	7,6	1,8	82,0	78,7	15,2
95	17,3	16,2	1,7	12,3	11,5	1,1	135,7	126,9	9,9
105	8,7	7,5	0,0	7,5	6,5	0,0	88,4	76,6	0,0
115	6,0	4,7	0,0	6,2	4,9	0,0	77,7	60,3	0,0
125	5,3	4,4	1,7	6,5	5,4	1,9	84,1	69,5	18,4
135	2,7	1,7	1,7	3,9	2,4	2,3	51,9	32,5	21,9
145	2,7	2,5		4,5	4,1		62,0	56,3	
155	2,7	2,7		5,1	5,1		73,1	73,1	
<b>Total</b>	<b>230,9</b>	<b>224,0</b>	<b>139,3</b>	<b>78,6</b>	<b>72,1</b>	<b>23,3</b>	<b>854,9</b>	<b>773,7</b>	<b>207,0</b>

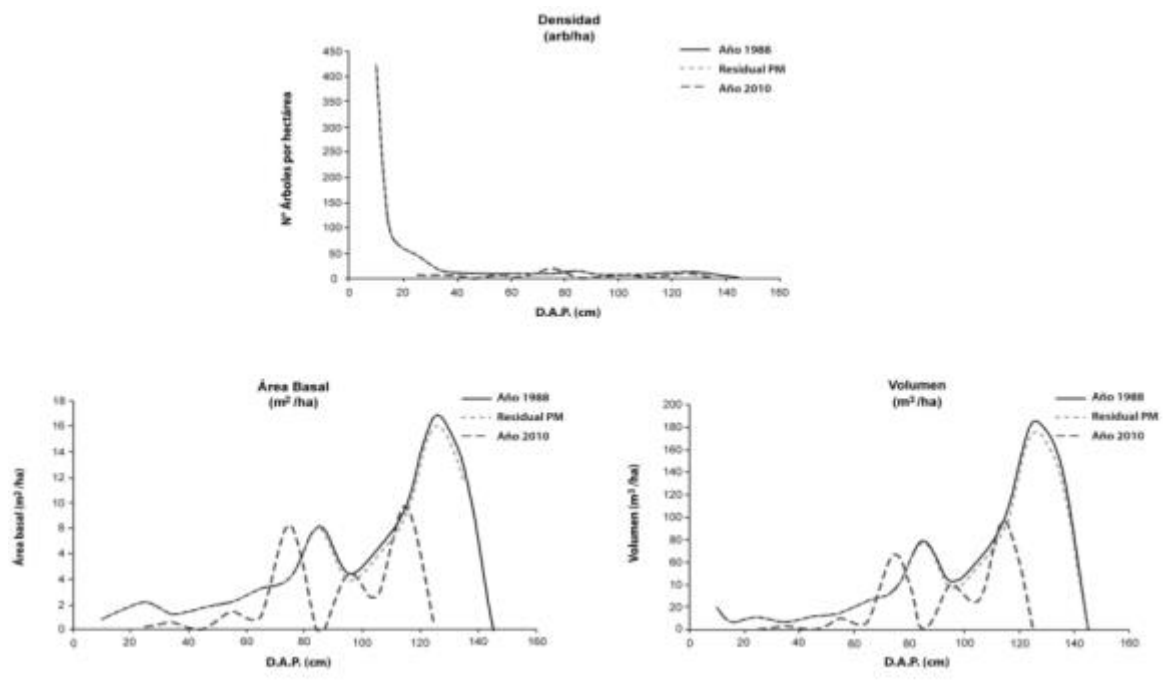
Como se desprende de la Tabla 5.6, las existencias netas del predio San Antonio disminuyeron drásticamente en el período 1989-2010, reflejándose ello en la pérdida neta de 89,6 % del número de individuos (606,8 arb/ha); 61,6% del área basal (46,6 m<sup>2</sup>/ha) y 66,6% del volumen (500,1 m<sup>3</sup>/ha). En términos de densidad, las mayores disminuciones se verifican en las clases diamétricas menores a 25 cm, rango en el cual se experimenta una pérdida de 517,2 arb/ha.

Se observa además, que las disminuciones se presentan en todas las clases diamétricas, siendo muy intensas bajo el diámetro límite de corta, donde se verifican pérdidas de 86,7% (586,9 arb/ha). Sobre el diámetro límite de corta; el área basal disminuye en 44,3% (33,7 m<sup>2</sup>/ha) y 50,3% (378,3 m<sup>3</sup>/ha) el volumen.

En la Figura 5.5 se aprecia un importante cambio en la distribución diamétrica de *Araucaria araucana* durante el período de estudio, expresándose claramente ello en la ausencia de individuos bajo los 20 cm de diámetro de 10 cm y en una disminución de 553 arb/ha (83,3%) en el número de ejemplares bajo la clase diamétrica de 35 cm.

Dicha disminución podría obedecer, en parte, a la pérdida de la regeneración existente en el año 1989, principalmente por ramoneo de animales, a diferencias en las áreas mensuradas o a diferencias metodológicas de ambos inventarios, puesto que en el inventario realizado en el año 2010, para efectos de caracterización de los bosques, sólo se mensuraron aquellos ejemplares con un diámetro mayor a 10 cm.

Respecto de las existencias, en la Figura 5.5 se aprecia claramente, que ellas se concentran sobre los 110 cm de diámetro, producto de una importante presencia de árboles en las clases diamétricas superiores.



**Figura 5.5** Efectos de las intervenciones realizadas en el predio “San Antonio”

### Hijuela 12

El plan de manejo aprobado por CONAF en el año 1989 para el predio Hijuela 12 (ver Tabla 5.7), contemplaba la corta de 113 ejemplares de *Araucaria araucana* (99 mediante cortas selectivas y 14 mediante cortas silvícola) y la extracción de un volumen asociado de 1.531,5 m<sup>3</sup> de la especie (1.248 m<sup>3</sup> mediante cortas selectivas y 265,5 m<sup>3</sup> provenientes de cortas silvícola), fijando para ello un diámetro mínimo de corta de 95 cm y un cupo máximo de extracción por hectárea de 3,8 árboles y 50,8 m<sup>3</sup> y la obligación de reforestar a razón de 10 plantas por cada árbol cortado. Indicaba además que dichos bosques no contaban con registros de explotaciones anteriores, caracterizándose por tener una densidad promedio de 264,3 arb/ha, con existencias de 64,7 m<sup>2</sup>ha<sup>-1</sup> de área basal y 635,9 m<sup>3</sup>/ha de volumen. Fijaba además, un diámetro mínimo de corta.

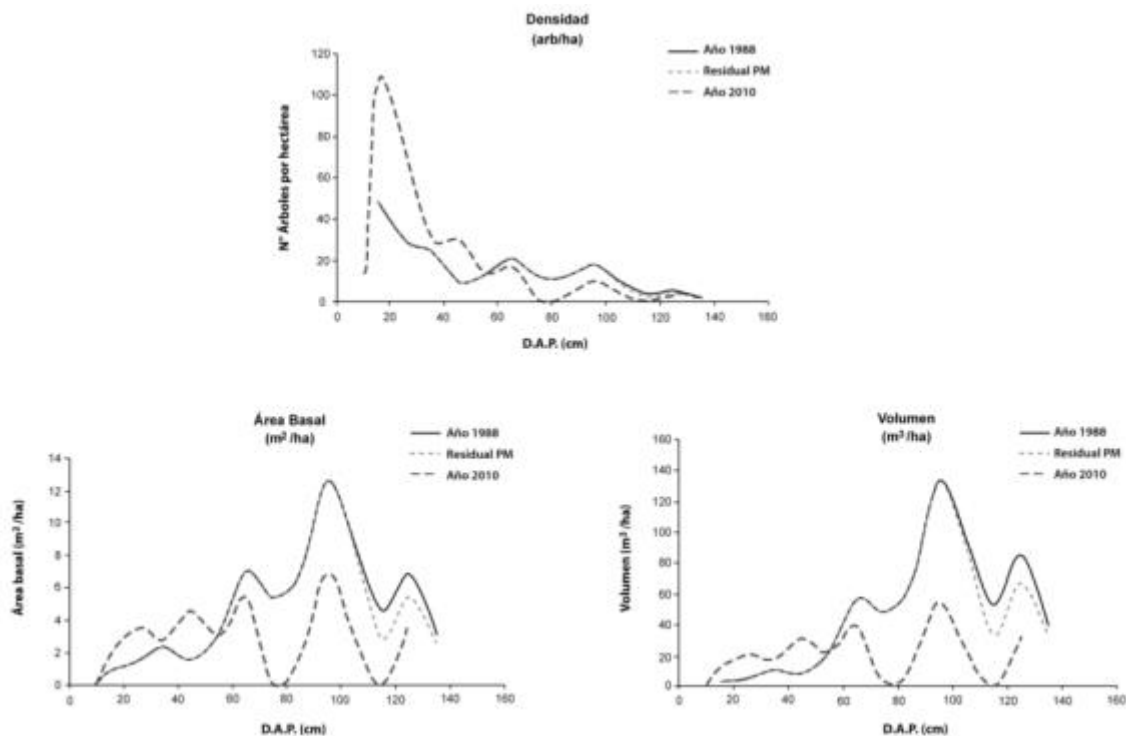
Como se desprende de la Tabla 5.7, durante el período de estudio se produce un incremento de 91,2 arb/ha (42 %) en la densidad, una disminución de 28,1 m<sup>2</sup>/ha (43,5%) en área basal y 378,1 m<sup>3</sup>/ha (59,5%) en volumen. Bajo el diámetro límite de corta la densidad predial aumenta en 47,2% disminuyendo el área basal y volumen en 27,1% y 36,3% respectivamente. Sobre el diámetro límite de corta, se observan disminuciones de 4,2% en la densidad; 16,4% en área basal y 23,13% en volumen.

**Tabla 5.7** Antecedentes pre y post manejo de *Araucaria araucana* (Hijuela 12).

<b>Hijuela 12</b>									
<b>DAP (cm)</b>	<b>Densidad (arb/ha)</b>			<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>			<b>Volumen (m<sup>3</sup>/ha)</b>		
	<b>1989</b>	<b>Residual</b>	<b>2010</b>	<b>1989</b>	<b>Residual</b>	<b>2010</b>	<b>1989</b>	<b>Residual</b>	<b>2010</b>
<b>10</b>			13,3			0,1			1,1
<b>15</b>	48,9	48,9	106,7	0,9	0,9	1,8	3,7	3,6	11,9
<b>25</b>	30,0	30,0	73,3	1,5	1,5	3,5	5,5	5,5	20,6
<b>35</b>	24,4	24,4	30,0	2,4	2,4	2,8	11,5	11,5	17,8
<b>45</b>	10,0	10,0	30,0	1,6	1,6	4,6	9,3	9,3	31,5
<b>55</b>	13,3	13,3	13,3	3,2	3,2	2,1	22,9	22,9	21,9
<b>65</b>	21,1	21,1	16,7	7,0	7,0	5,3	57,1	57,1	39,9
<b>75</b>	12,2	12,2	0,0	5,4	5,4	0,0	48,7	48,7	0,0
<b>85</b>	12,2	12,2	3,3	6,9	6,9	1,8	67,5	67,5	14,4
<b>95</b>	17,8	17,7	10,0	12,6	12,5	6,8	133,8	133,1	54,8
<b>105</b>	10,0	9,5	3,3	8,7	8,2	2,8	95,9	91,1	21,8
<b>115</b>	4,4	2,8	0,0	4,6	2,9	0,0	53,6	34,1	0,0
<b>125</b>	5,6	4,4	3,3	6,9	5,4	3,9	85,7	67,4	32,9
<b>135</b>	2,2	1,8		3,2	2,6	0,0	40,7	33,3	
<b>Total</b>	<b>212,1</b>	<b>208,3</b>	<b>303,3</b>	<b>64,6</b>	<b>60,4</b>	<b>36,5</b>	<b>635,9</b>	<b>585,0</b>	<b>257,8</b>

Al igual que en los casos anteriores, también se observan pérdidas bajo el diámetro mínimo de corta estipulado en los planes de manejo, concentrándose ellas entre los 65 a 105 cm de diámetro, rango en el cual, durante el período de estudio se produce una pérdida promedio por hectárea de 18,9% en el número de individuos; 37% en el área basal y 42,8 % en el volumen de *Araucaria araucana*.

Como se aprecia en la Figura 5.6, durante el año 2010, *Araucaria araucana* presenta una distribución diamétrica que se asimila de mejor forma a las características propias de la especie, con una gran concentración de individuos en las clases inferiores y una decreciente presencia de ejemplares en las clases superiores.



**Figura 5.6** Efectos de las intervenciones realizadas en el predio “Hijuela 12

En términos de existencias, la Figura 5.6 muestra claramente, durante el año 2010, una concentración de área basal y volumen entre los 55 y 115 cm de diámetro, siendo ello absolutamente coherente su actual distribución diamétrica. Bajo los 45 cm de diámetro, los resultados muestran que *Araucaria araucana* experimenta un aumento promedio de 140,1 árboles por hectárea; 6,3 m<sup>2</sup>/ha en área basal y 41,1 m<sup>3</sup>/ha en volumen.

### 5.4.2. Regeneración

Como se aprecia en la Tabla 5.8, el inventario realizado durante el año 2010, muestra importantes variaciones en la regeneración predial durante el período de estudio (pre y post-manejo), presentando para los predios “Lolco” y “El Indio” disminuciones promedio de 10.401 pl/ha y 1.676 pl/ha respectivamente. En el Predio San Antonio la regeneración presenta un incremento promedio de 350 plantas por hectárea, no habiéndose encontrado evidencias de las reforestaciones comprometidas en los planes de manejo.

**Tabla 5.8** Regeneración de *Araucaria araucana* pre y post-manejo a nivel predial

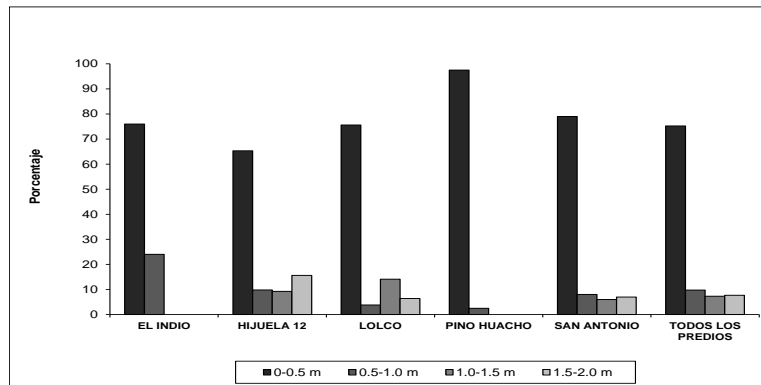
Predio	Regeneración		Variaciones	
	Pre- Manejo	Post-manejo	(pla/ha)	(%)
<b>Lolco</b>	12.124	1.723	(10.410)	(85,8)
<b>El Indio</b>	2.305	629	(1.677)	72,7
<b>Pino Huacho</b>	s/i	783	-----	-----
<b>San Antonio</b>	1.917	2.267	350	18,3
<b>Hijuela 12</b>	s/i	3.033	-----	-----
<b>Promedio</b>	<b>5.499</b>	<b>1.687</b>		

En la figura 5.7 se observa que del total de regeneración existente en los predios objeto de estudio, el 75,2% se encuentra en el rango de 0 a 0.5 m de altura, el resto de la regeneración se distribuye en un 9.8% en el rango de 0.5 a 1.0 m; 7.3% en el rango de 1.0 a 1.5 m; y el 7.7 restante se ubica en el rango de 1.5 a 2.0 m.

Consistentemente la mayor cantidad de regeneración se presenta en el rango de 0 a 0.5 m de altura, destacando en este sentido el Predio Pino Huacho, el cual concentra el 98% de la regeneración en dicho rango.

En términos de calidad, del orden del 86% de la regeneración de *Araucaria araucana* existente en el área de estudio, presenta buenas condiciones, del orden del 14% calidad regular, y un porcentaje ínfimo presenta mala calidad, siendo dichos concordantes con los antecedentes proporcionados por Caro (1995), Rechene *et al.* (2003) y León (2004).

Sin embargo, en términos de cantidad, los resultados se inscriben en el rango inferior a los antecedentes proporcionados por diversos autores para la zona Curacautín y Lonquimay (Muñoz, R., 1984; Schmidt, 1984; Schmidt y Campos, 1998, Caro, 1995; Muñoz, M., 2000; González, 2001; Vildósola, 2001; Rechene *et al.*, 2003; León, 2004 y Zegpi, 2004).



**Figura 5.7** Regeneración de *Araucaria araucana* según clase de altura.

En los predios Hijuela 12 y San Antonio, la regeneración mayoritaria corresponde a *Araucaria araucana* con porcentajes 100% y 75% del total de la regeneración predial. En los predios “Lolco”, “El Indio” y “Pino Huacho”, la regeneración mayoritaria corresponde a Lenga, lo cual estaría explicado por la mayor agresividad de dicha especie para colonizar los espacios generados por la extracción de árboles de grandes dimensiones, en los cuales se presentan condiciones de luminosidad y temperatura favorables para su regeneración.

## 5.5 Discusión general

Como se aprecia en el desarrollo del Capítulo, durante el período de estudio se producen importantes disminuciones en la densidad y existencias de *Araucaria araucana*, en los predios analizados, presentando durante el año 2010 densidades que oscilan entre los 70 y 300 arb/ha, verificándose la menor densidad en el predio San Antonio y la mayor en el predio Hijuela 12.

En términos de existencias, los mayores y menores valores de área basal se presentan en los predios Hijuela 12 (36,5 m<sup>2</sup>/ha) y El Indio (13,4m<sup>2</sup>/ha). A su vez, el volumen predial presenta los mayores valores en el predio Hijuela 12 (257,8m<sup>3</sup>/ha) y los menores en el predio El Indio (89 m<sup>3</sup>/ha), siendo estos últimos muy bajos en relación a valores reportados para bosques de *Araucaria araucana*, los cuales oscilan entre 1.475 m<sup>3</sup> /ha y 1.283 m<sup>3</sup> /ha (Montaldo, 1974; Puente, 1980; Veblen, 1982; Burns, 1993 y Donoso, 1993).

Por otra parte, al comparar los antecedentes de densidad contenidos en los planes de manejo aprobados por la Corporación con los resultados del inventario realizado el año 2010, podemos constatar disminuciones de 37,9%; 60,6%; 17,5% y 89,6% en los predios “Lolco, El Indio”, “Pino Huacho” y “San Antonio respectivamente. En el predio “Hijuela 12”, se observa un aumento del 42% en el número de individuos de *Araucaria araucana*, localizándose mayoritariamente ellos bajo el diámetro límite de corta establecido en el plan de manejo aprobado por CONAF en el año 1989.

En términos de existencia, los predios “Lolco, El Indio”, “Pino Huacho”, “San Antonio e “Hijuela 12”, muestran disminuciones de área basal de 73,7%; 80,9%; 70,4%; 61,6% y 28,1% respectivamente. En términos de volumen, durante el período de estudio se producen pérdidas promedio de 47,7%; 87,5%; 75,8%; 66,6% y 59,5% en los predios “Lolco, El Indio”, “Pino Huacho”, “San Antonio e “Hijuela 12” respectivamente, verificándose ellas en las diferentes clases diamétricas, incluso bajo los diámetros de corta fijados para cada predio.

En términos generales, los bosques estudiados presentan durante el año 2010, la estructura diamétrica característica de la especie (jota invertida), las cuales se encontraban bastante alteradas debido a explotaciones anteriores, en las cuales se privilegió la extracción de ejemplares de grandes tamaños y buena sanidad según consta en los correspondientes planes de manejo, resultando ello especialmente notorio en los predios Lolco, El Indio y Pino Huacho, en los cuales durante el período 1961 y 2010 se reducen drásticamente las densidades y existencias, muy probablemente a causa de explotaciones forestales realizadas durante dicho período y a las cortas realizadas durante el período 1989 a 1990.

Todo ello es coherente con lo afirmado por varios autores, quienes atendiendo a las características de regeneración, crecimiento y dinámica de la especie, han propuesto el método de selección o cortas sucesivas mediante la fijación de un diámetro mínimo de corta, asociado a un volumen máximo a intervalos repetidos en el tiempo, como el método silvícola más adecuado para mejorar la masa boscosa, mantener la estructura irregular del bosque, mejorar su sanidad y aprovechar completamente la capacidad productiva del sitio, pero con una intensidad de corta mayor a la permitida en su momento por la legislación chilena, dado que intervenciones leves no logran recuperar la estructura natural de la especie en bosques alterados y el bosque en su conjunto no registra cambios de importancia en las tasas de crecimiento (Schmidt, 1977; Puente, 1980; Peralta; 1980; Schmidt *et al.*, 1980; Schmidt y Lara, 1985; Caavieres 1987; Donoso, 1990).

En cuanto a la regeneración, la comparación entre los antecedentes aportados en los correspondientes planes de manejo con los resultados del inventario realizado el año 2010, muestran una fuerte disminución en los predios “Lolco” y “El Indio” (85,8% y 72,7% respectivamente), aumentando moderadamente en el Predio San (18,4%).

Así, durante el año 2010, la regeneración de los predios Lolco, El Indio, Pino Huacho, San Antonio e Hijuela 12, presentan valores de 1.723 pl/ha, 629 pl/ha, 783 pl/ha, 2.267 pl/ha y 3.033 pl/ha respectivamente, ubicándose dichos valores en los rangos inferiores a los documentados por otros autores para las comunas de Curacautín y Lonquimay, quienes informan cifras de regeneración que oscilan entre los 3.172 pl/ha y 21.000 pl/ha, dependiendo de la localización, altitud y exposición (Schmidt, 1984; Caro, 1995; Schmidt y Campos, 1998; Rechene *et al.*, 2003).



En el análisis de la regeneración por especies, los resultados muestran que *Nothofagus pumilio* aporta el 68,2%, *Araucaria araucana* un 28,4% y Coigüe un 3,4%, siendo mayoritaria la regeneración de *Araucaria* solamente en los predios Hijueta 12 y San Antonio, donde la especie constituye respectivamente el 100% y 75% del total de la regeneración predial, ajustándose ello a lo afirmado por diversos autores, quienes afirman que al ser *Araucaria araucana* una especie tolerante cuya regeneración, se establece a reducida distancia de los árboles semilleros, presenta desventajas frente a las especies del Género *Nothofagus* para el establecimiento de la regeneración en claros y bosques abiertos, como es el caso de los analizados en la zona de estudio.

Ello debido a que las especies de dicho género poseen una mayor fertilidad, menor tamaño y amplia capacidad de diseminación de sus semillas, lo cual les permite en esas condiciones, establecer con mucha rapidez una densa capa de regeneración (Schmidt, 1977; Schmidt *et al.*, 1979; Veblen, 1982; Burns, 1993; Donoso, 1993; Finckh and Paulsch, 1995; Mujica *et al.*, 2009; Fajardo y González, 2009).

## 5.6 Conclusiones

1. Durante el período comprendido entre los años 1989 y 2010, se han verificado importantes variaciones en la densidad de *Araucaria araucana*, disminuyendo en el número de individuos existentes en los predios “Lolco, El Indio”, “Pino Huacho” y “San Antonio” en 37,9%; 60,6%; 39,7% y 89,6% respectivamente. En el predio “Hijueta 12”, se produce un aumento del 42% en el número de individuos de *Araucaria araucana*, localizándose mayoritariamente ellos bajo el diámetro límite de corta establecido en el plan de manejo aprobado por CONAF en el año 1989. En términos de existencia, los predios “Lolco, El Indio”, “Pino Huacho”, “San Antonio e “Hijueta 12”, muestran disminuciones de área basal 73%; 80,9%; 70,4%; 61,6% y 39,6% respectivamente. En términos de volumen, durante el período de estudio se producen pérdidas promedio de 47,7%; en el predio “Lolco; 87,5% 75,8% en el predio “El Indio”; 66,6% en el predio “Pino Huacho” y 59,5% en el predio “Hijueta 12”.
2. La densidad y el volumen de *Araucaria araucana* existente en los predios “Lolco”, el Indio”, “Pino Huacho”, “San Antonio e “Hijueta 12” durante el año 2010, presentó valores muy inferiores a los reportados para la especie en el área de estudio, lo cual constituye, bajo criterios de sustentabilidad, una severa limitante para el aprovechamiento productivo de *Araucaria* en el corto, mediano y largo plazo.
3. La regeneración de *Araucaria araucana* en los predios “Lolco” y “El Indio” ha disminuido en un 85,8% y 72,7% respectivamente. En el Predio San Antonio la regeneración presenta un incremento promedio de 18,4%, alcanzando en el año 2008 cifras inferiores a las documentadas por otros autores para las comunas de Curacautín y Lonquimay. En el análisis de la regeneración por especies, los resultados muestran que *Nothofagus pumilio* aporta el 68,2%, *Araucaria araucana* un 28,4% y Coigüe un 3,4%, siendo mayoritaria la regeneración de *Araucaria* solamente en los predios Hijueta 12 y San Antonio, donde la especie constituye respectivamente el 100% y 75% del total de la regeneración predial.

- 3.4. Los resultados de la aplicación del método de selección o cortas sucesivas en los predios “Lolco, El Indio”, “Pino Huacho”, “San Antonio” e “Hijuela 12” muestran que dicho método es adecuado para el manejo de *Araucaria araucana* y que intervenciones fuertes en bosques alterados, en las que se afecten las distintas clases de diámetros, ayudan a recuperar la estructura diamétrica propia de la especie.
- 4.5. No se encontraron evidencias de cambios de uso del suelo, catastrofismos o talas ilegales que pudieran haber incidido en las variaciones de densidad, área basal y volumen ocurridas con posterioridad a la ejecución de los planes de manejo en los predios “Lolco”, “El Indio”, “Pino Huacho”, “San Antonio” e “Hijuela 12”

## 5.7 Referencias

- BURNS, B. (1993). Fire-induced dynamics of *Araucaria araucana*-*Nothofagus antarctica* forest in the southern Andes. *Journal of Biogeography*, 20(6), 669-685.
- CAAVIERES, A. (1987). Estudio de crecimiento de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en un bosque virgen de Araucaria-Lenga. Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal. Dpto. de Silvicultura, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 95pp.
- CARO, M. (1995). Producción y dispersión de semillas de *Araucaria araucana* en Lonquimay. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal, Facultad de Ciencias Agronómicas y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 55pp.
- DAVIS, D. (1984). New Leaf-mining moths from Chile. With Remarks on the History and Composition of Phyllocostinae (Lepidoptera: Gracilladira). Neotropical microlepidoptera. *XXV Tropical Lepidoptera*, 5(1), 65-75.
- DONOSO, C. (1981). Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. Documento de Trabajo N° 38. Investigación y Desarrollo Forestal (CONAF/PNUD/FAO). Publicación FAO. Chile. 82p.
- DONOSO, C. (1990). Ecología Forestal; El bosque y su medio ambiente. Segunda Ed. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 368pp.
- DONOSO, C. (1993). Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Primera Edición. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 484pp.
- DONOSO, C. (1998). Bosques templados de Chile y Argentina; Variación, estructura y dinámica. Cuarta Edición. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 483 pp.
- DONOSO, C. (2006). Las especies Arbóreas de los Bosques Templados de Chile y Argentina. Autoecología. En Marisa Cuneo (Ed.). Chile, Valdivia. 678pp.
- DRAKE, F. (2004). Uso Sostenible en Bosques de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. Aplicación de Modelos de Gestión. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, Universidad de Córdoba. España. 318pp.
- FAJARDO, A. y GONZÁLEZ, M. (2009). Replacement patterns and species coexistence in an Andean *Araucaria*-*Nothofagus* forest. *Journal of Vegetation Science*, 20, 1176-1190.
- FINCKH, M. and PAULSCH, A. (1995). The Ecological Strategy of *Araucaria araucana*. *Flora*, 190, 365-382.
- GONZÁLEZ, A. (2001). Análisis de la Densidad y Crecimiento de la Regeneración de un Bosque de *Araucaria* Bajo Distintas Intensidades de Corta de Selección. Tesis Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 79pp.
- LEÓN, E. y VILLARROEL, D. (2004). Dinámica Regeneracional Post – Incendio de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch en la Cordillera de la IX Región – Chile. Tesis Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 39pp.

- MENDOZA, M. (1993). Conceptos Básicos de Manejo Forestal. Editorial UTHEA, México 161pp.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (1987). Decreto Supremo N° 141. Diario Oficial de la República de Chile. 26 de Diciembre de 1987. 5pp.
- MONTALDO, P. (1974). La Bio-ecología de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. Bol. *Inst. Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación de Venezuela*, 46(48), 3-55.
- MUJICA, R., SCHMIDT, H., EL KATEB, H., y R. MOSANDL (2009). Evaluación de Tratamientos Silvícolas en Bosques de *Araucaria araucana* en el Sur de Chile. En XIII Congreso Forestal Mundial, Buenos Aires, Argentina. 18-23 de Octubre de 2009. 14pp.
- MUÑOZ, M. (2000). Crecimiento de un Bosque de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch bajo distintas intensidades de corta. Tesis Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 70pp.
- MUÑOZ, R. (1984). Análisis de la Productividad de Semillas de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en el Área de Lonquimay, IX Región. Tesis Universidad de Chile. Santiago, Chile. 140pp.
- OJEDA, J. (1989). Plan de Manejo y Volúmenes Disponibles en el Predio Quinquén. Solicitud aprobada por CONAF IX Región para la corta y reforestación de un bosque nativo del tipo forestal *Araucaria*. Anexo 5. Certificado 6801. Corporación Nacional Forestal. Región IX. 15pp.
- PERALTA, M. (1980). Geomorfología, clima y suelo del tipo forestal *Araucaria* en Lonquimay. Boletín Técnico N° 57. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 35pp.
- PUENTE, M. (1980). Utilización de un Bosque de Tipo *Araucaria* con Criterios de Permanencia. Boletín Técnico N° 57. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 22pp.
- RECHENE, C., ROVELOTTI, J., LOPEZ CEPERO, E., BURSCHEL, P., y J. BAVA (2003). Conservación de los Bosques de *Araucaria*. Guía de difusión. Programa de Apoyo E
- SCHMIDT, H. (1977). Dinámica de un Bosque Virgen de *Araucaria-Lenga*. *Forestry problems of the Genus Araucaria* (pp 3-11). Proceedings of IUFRO meeting held in Curitiba, Paraná, Brazil.
- SCHMIDT, H. (1984). Regeneración de Bosque de *Araucaria-Lenga*. Periodo Vegetativo 1983-1984. Departamento de Silvicultura y Manejo, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 41pp.
- SCHMIDT, H. y CAMPOS, E. (1988). Regeneración en un Bosque de *Araucaria-Lenga*. Período Vegetativo 1987-1988. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 15pp.
- SCHMIDT, H. y LARA, A. (1985). Descripción y Potencialidad de los Bosques Nativos de Chile. *Ambiente y Desarrollo*, 1 (2), 91-108.
- SCHMIDT, H., TORAL, M., y P. BURGOS (1979). Aspectos de Estructura y de Regeneración Natural para el Manejo Silvícola de los Bosques de *Araucaria-Lenga* en Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 28pp.

SCHMIDT, H., TORAL, M., y P. BURGOS (1980). Aspectos de estructura y de regeneración natural para el manejo silvícola de los bosques de Araucaria-Lenga. In *Forestry problems of genus Araucaria* (pp. 159-166). IUFRO meeting held in Curitiba, Brazil.

SILVA, J. (2009). Estructura y Composición de los Bosques de Araucaria-Nothofagus en la Reserva Nacional Malalcahuello, Posterior a su Explotación Selectiva. Tesis, Universidad Austral de Chile. Santiago, Chile. 36pp.

VEBLEN, T. (1982). Regeneration patterns in *Araucaria araucana* forests in Chile. *Journal of Biogeography*, 9, 11-28.

VILDOSOLA, X. (2001). Dinámica de Regeneración de los Bosques de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en el Parque Nacional Conguillío IX Región, Chile. Tesis, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 71pp.

VITA, A. (1996). Los Tratamientos Silviculturales. Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 147pp.

ZEGPI, P. (2004). Estructura y Dinámica Regeneracional de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch, en un Gradiente Altitudinal de la Cordillera de Nahuelbuta IX Región, Chile. Tesis, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 31pp.

## **Capítulo 6**

### **Discusión General**

El presente trabajo -apoyado en el conocimiento acumulado sobre la especie, especialmente sobre su autoecología y en información contenida en inventarios forestales y planes de manejo - estudia los efectos provocados por las intervenciones silviculturales realizadas entre los años 1989 y 1990 en bosques de *Araucaria araucana* ubicados en la Región de la Araucanía de Chile, analizando la evolución de la cobertura y los factores de cambio, relacionando dichas variables con los resultados de explotaciones forestales ocurridas antes de la moratoria impuesta en 1990 y con las variaciones de cobertura que a nivel nacional ha experimentado la especie.

En ese contexto, Lara *et al.*, (1996) y Donoso, (2006) han señalado que la superficie de *Araucaria araucana* en la región de la Araucanía se habría reducido en unas 250.000 ha durante el último siglo, debido fundamentalmente a procesos de colonización, explotaciones madereras y eventos catastróficos.

Sin embargo, diversos estudios sobre la cobertura de la especie muestran que a finales de la década de los ochenta *Araucaria* contaba en dicha región con una cobertura de 300.317 ha (Bascur, *et al.*, 1987), de 207.885,2 ha, a finales de la década de los noventa (CONAF, 1999) y de 204.199 ha al comienzo de la presente década (CONAF, 2011).

A su vez, el estudio realizado sobre los cambios de cobertura ocurridos durante el período 1961-1987 en una superficie de aproximadamente 20.000 ha en bosques de *Araucaria* localizados en un sector de la Araucanía, muestra una disminución neta de 81,9 ha (1,4%) en la cobertura total de *Araucaria araucana*, producto mayoritariamente de explotaciones ocurridas antes de la moratoria de 1990 y en menor medida, por la expansión de especies de *Nothofagus*, que favorecidas por su mayor capacidad de dispersión, mayor velocidad de regeneración y la existencia de abundante fuentes de semillas en su entorno, compiten exitosamente por la ocupación del mismo territorio.

No obstante la disminución de cobertura de *Araucaria araucana*, los resultados muestran una interesante expansión de *Araucaria araucana* en algunos sectores ocupados inicialmente por praderas y matorrales y en menor medida en terrenos poblados por bosques de Lenga, en este último caso, seguramente a partir de regeneración existente en el año 1961, que producto de las condiciones de luminosidad y temperatura favorables generadas por la apertura del dosel superior, se desarrolló notablemente durante las últimas décadas, lo cual resulta coherente con lo afirmado por varios autores, quienes indican que en estados sucesionales más avanzados, en bosques mixtos de *Araucaria-Nothofagus*, la estrategia de establecimiento en claros es también un importante modo de regeneración de la especie (Veblen, 1982; Burns, 1993; Veblen *et al.*, 1995; González *et al.*, 2006; Donoso, 1998).

Así, basado en las evidencias aportadas por los estudios anteriores, es posible afirmar que la pérdida de cobertura de la especie en Chile habría disminuido casi totalmente, presentando además interesantes incrementos en algunas zonas específicas.

En el análisis por tipo forestal los resultados del presente trabajo muestran aumentos de 1.013,7 ha (35,7%) en el tipo forestal Roble-Raulí-Coihue; 1.000,8 ha (78,0%) en el tipo forestal Lenga, y 25,5 ha (15,3%) en el tipo forestal Ciprés de la Cordillera, ocurriendo ello mayoritariamente en terrenos cubiertos inicialmente por praderas y matorrales, los cuales reducen su cobertura inicial en un 51% (1.917,4 ha).

En este proceso, resulta notable la expansión de especies del Género *Nothofagus*, especialmente en aquellas áreas de menor pendiente y exposiciones norte, en las cuales su regeneración se habría visto favorecida por la mayor luminosidad y la presencia de abundantes fuentes de semillas. Al respecto, Veblen (1982) y Burns (1991), indican que situaciones de espacios abiertos y grandes claros con buena luminosidad favorecen la regeneración de Lenga en perjuicio de la Araucaria, dado que las especies del género *Nothofagus* son más intolerantes.

Por su parte, la pérdida de superficie cubierta inicialmente por “Praderas y Matorrales”, se explicaría fundamentalmente por la agresiva expansión de especies del Género *Nothofagus* y minoritariamente por el establecimiento de plantaciones forestales y colonización de Araucaria y Ciprés de la Cordillera, fenómenos que a escala regional han provocado la pérdida de 63.467 ha (9,4%) de praderas y matorrales durante los años 1993 a 2007 (CONAF, 2009).

En una segunda línea de investigación orientada a determinar los efectos que las explotaciones forestales realizadas a fines de la década de los ochenta provocaron en la estructura y dinámica de *Araucaria araucana*, los resultados del inventario realizado el año 2009, muestran la dominancia de las especies *Araucaria araucana* y *Nothofagus pumilio*, siendo Pino Huacho la zona con mayor presencia de Araucaria, contando con densidades relativamente elevadas (170 pies/ha), e individuos de gran diámetro (180 cm).

La densidad de Araucaria también fue elevada en Hijueta 12, Lolco y en menor medida en el predio El Indio (197pies/ha, 101pies/ha y 90 pies/ha respectivamente), aunque en esta última con menor área basimétrica. En San Antonio, la densidad observada fue baja (69 pies/ha), mostrando los valores de área basal la existencia mayoritaria de individuos con diámetros superiores a los 180 cm y con presencia de abundante regeneración.

Los valores de área basimétrica y densidad existentes en San Antonio y Pino Huacho resultaron ligeramente inferiores a los observados para este tipo forestal por Mujica *et al.* (2009), siendo reflejo de antiguas explotaciones en las cuales no se habrían extraído los mayores ejemplares de Araucaria, que actualmente superan los 200 cm de diámetro, aunque la apertura del dosel superior habría originado una presencia mayoritaria de Lenga.

El Pino Huacho, presentó valores de área basal muy similares a los de San Antonio, aunque en este caso, la Araucaria predomina sobre la Lenga, presentando mayores densidades, e individuos que alcanzan los 180 cm. En el predio “El Indio”, a pesar del gran número de individuos de Araucaria, el área basal para la especie fue menor que la observada para este tipo de formaciones, debido a sus menores diámetros, la Lenga se constituye como la especie dominante. Finalmente en el caso de Lolco, se encontró una mayor densidad de Araucaria y una menor de Lenga. En el predio Hijueta 12, Araucaria presenta su máxima densidad, con escasa presencia de Lenga, aunque con valores de área basal inferiores a los observados en este tipo de formaciones.

En términos de dinámica, según los antecedentes aportados por el inventario forestal realizado en el año 2009, la estructura del predio San Antonio podría corresponder a una formación en fase de desmoronamiento y regeneración (Schmidt, 1977). Sin embargo, el resto de formaciones presentan estructuras más difícilmente clasificables en alguna de las tres fases propuestas por el autor para conceptualizar la dinámica del bosque Araucaria - Lenga como un ciclo en el que *Araucaria araucana* se reemplaza a sí misma de forma autogénica (desmoronamiento y regeneración, crecimiento óptimo y envejecimiento), pudiendo asumirse que los bosques del predio Pino Huacho, se encuentran en estado de



envejecimiento, pues aunque cuenta con una elevada tasa de regeneración inicial, ésta no acaba de establecerse y se pierde en aras de nueva regeneración que permanece a la espera. Debido a la ausencia prácticamente total de regeneración y contar con individuos de diámetros medios-altos, los bosques del Predio Hijueta 12 podrían asimilarse la etapa final de la fase de crecimiento óptimo.

Los bosques localizados en los predios El Indio y Lolco podrían encontrarse en la fase inicial de crecimiento óptimo, donde la regeneración tiene más dificultades para establecerse. Estos predios cuentan con una densidad elevada de individuos en las clases diamétricas menores y solamente algunos ejemplares en las clases diamétricas mayores.

La dificultad para explicar la dinámica de estas formaciones según las fases propuestas por Schmidt (1977), apoya el modelo sugerido por Veblen (1982), quien sostiene que la dinámica de *Araucaria* no resulta fácilmente predecible como lo sugiere el modelo propuesto por Schmidt *et al.* (1980). Ello se aprecia claramente al comparar los valores de densidad y área basal máximos y mínimos en cada predio, pudiendo evidenciarse una dinámica asociada a grandes perturbaciones y una evidente fragmentación en el conjunto del bosque.

A este respecto, Veblen (1982) propone que la dinámica de la especie depende de perturbaciones alogénicas impredecibles, que ocurren a diferentes escalas y a una frecuencia alta en relación a la longevidad de la *Araucaria*. Así, señala que en lugar de establecerse bajo un dosel que se degrada lentamente, tanto *Araucaria* como los *Nothofagus* se establecen tras eventos catastróficos, o bien en claros creados por la muerte de uno o varios árboles del dosel.

De forma similar, Burns (1993) advirtió que en rodales abiertos y multiestratificados, los ejemplares de *Araucaria* y *Nothofagus* se establecen generalmente después de perturbaciones producidas por el fuego, deslizamientos de tierra o por vientos muy intensos. No obstante, *Nothofagus pumilio* y *Nothofagus dombeyi* colonizan los claros pequeños en forma más exitosa que *Araucaria araucana*, debido a que sus semillas se dispersan más lejos y a que sus renovales crecen más rápidos, formando densos brinzales de *Nothofagus*. Por el contrario, debido al limitado rango de dispersión de sus semillas, la *Araucaria* tiende a establecerse bajo la copa de los árboles semilleros.

Según los resultados del inventario forestal realizado el año 2009, las intervenciones realizadas en las Comunas de Curacautín y Lonquimay privilegiaron la extracción del volumen maderable acumulado en pocos individuos, ubicados mayoritariamente sobre del diámetro mínimo de corta establecido para cada predio según los criterios establecidos en la normativa vigente en ese entonces (Ministerio de Agricultura, 1987).

Mujica *et al.*, (2009), producto de ensayos realizados en bosques vírgenes de *Araucaria* – Lenga en los cuales se extrajo entre un 50% y 70% del área basal pre-existente (aproximadamente  $86 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ ), establecen que *Araucaria araucana* pudo reaccionar sin dificultades a la mayor disponibilidad de luz, no siendo suficiente para favorecer el desarrollo de *Nothofagus pumilio*. Sin embargo, en parcelas de área basal residual baja (aprox.  $79 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ ) en las que se extrajo entre 40% y 50% del área basal inicial, los resultados mostraron que se favoreció la regeneración de *Nothofagus pumilio* sobre la de *Araucaria*, formándose así una densa capa de sotobosque conformado por *Nothofagus pumilio* y *Chusquea* sp., lo cual cuestiona la aplicación de una silvicultura conservadora, que a su juicio no favorece la estabilidad de bosques degradados.

Por su parte, Donoso (1990), aceptando el método de corta, dedujo que este tipo de intervenciones no eran lo suficientemente intensas para propiciar una respuesta adecuada de *Araucaria araucana*, criterio avalado por Drake *et al.* (2005) quienes ratificando el método de selección o cortas sucesivas como apropiado para la especie, proponen considerar a la *Araucaria* como especie principal, pero aplicando una mayor intensidad de corta.

Se pudo constatar que la distribución diamétrica de los bosques estudiados presentan, tanto a nivel de especies como de masa forestal, la estructura multietánea descrita para las especies que lo conforman (Drake *et al.*, 2005; Mujica *et al.*, 2009). En ese sentido, las intervenciones realizadas en las formaciones estudiadas no parecen haber producido cambios importantes en la composición de los bosques, pero sí en su estructura diamétrica, verificándose una mayor regeneración de *Araucaria* en aquellos predios en los que la extracción fue más intensa. Esta relación queda confirmada por los resultados del inventario realizado en el año 2009, los cuales muestran que existe una alta correlación entre el área basal extraída y la regeneración establecida ( $R^2=0,70$ ), verificándose que los predios San Antonio y Pino Huacho presentaron valores altos de regeneración en los primeros estadios de crecimiento, descendiendo notoriamente dicha cantidad conforme aumenta la edad de los individuos.

El predio Hijueta 12, donde se extrajo la menor cantidad de área basal, registra los menores valores de regeneración en los distintos períodos, concordando ello con lo indicado por Mujica *et al.*, (2009) quién afirma que intervenciones de mayor intensidad promueven una mayor regeneración inicial, pero en el caso de bosques de *Araucaria* degradados y con alta presencia de *Lenga*, la mayor apertura del dosel favorece el establecimiento de esta última especie. Por el contrario, la regeneración de las especies del género *Nothofagus*, especialmente *Lenga*, no parecen vinculadas directamente a la extracción de área basal, como lo muestra la baja correlación obtenida entre ambas variables ( $R^2=0,22$ ), explicándose ello porque en los claros generados por la extracción de ejemplares aislados de *Araucaria* no se generan condiciones de luminosidad, temperatura y espacio suficientes para el establecimiento de individuos del Género *Nothofagus*, especialmente en formaciones degradadas.

La regeneración de *Araucaria* se ve limitada a aquellas áreas más densas, dominadas previamente por *Lenga* o al amparo de individuos adultos de su propia especie, que le aportan adecuadas condiciones de luminosidad para su establecimiento. Así, en los predios con mayor extracción de área basal, la regeneración de especies del género *Nothofagus* superó en número a la regeneración de *Araucaria*, confirmando ello la condición de especies intolerantes y el carácter de especies heliófilas.

La tercera línea de investigación analizó la diversidad y riqueza de las formaciones boscosas de *Araucaria araucana* (Mol) K. Koch localizadas en sectores específicos de las comunas de Curacautín y Lonquimay en la Región de la Araucanía, cuya vegetación corresponde a las asociaciones vegetales “*Araucaria – Lenga*” y “*Araucaria – Coigüe*” y a los tipos forestales *Araucaria*, *Roble- Raulí-Coigüe*, *Lenga* y *Ciprés* de la Cordillera.

Se constató que las especies arbóreas características existentes en la zona de estudio corresponden a *Nothofagus pumilio*, *Nothofagus dombeyi*, *Nothofagus obliqua* y *Araucaria araucana*, y que las variaciones florísticas en los diferentes predios analizados reflejan un cambio gradual y continuo de la vegetación expresándose ello en la presencia de distintas asociaciones vegetales, en las cuales *Araucaria araucana* y *Nothofagus pumilio* constituyen especies principales.

Con respecto a la diversidad, los resultados muestran que la diversidad de especies arbóreas en los predios estudiados es bastante homogénea, presentándose los mayores y menores índices en los predios Lolco y Pino Huacho con valores de  $0,54 \pm 0,06$  y  $0,38 \pm 0,07$  respectivamente. La misma situación de homogeneidad se presenta en los índices de equidad y riqueza, variando los indicadores de equidad entre  $0,71 \pm 0,05$  y  $0,61 \pm 0,5$  y los de riqueza entre  $2,1 \pm 0,12$  y  $1,9 \pm 0,10$ , presentándose los mayores y menores valores en los predios Lolco e Hijueta 12 respectivamente.

Dichos resultados son coherentes con lo informado por Donoso (1993; 1990), en cuanto a que las formaciones pertenecientes al tipo forestal *Araucaria* presentan entre 2 y 5 especies arbóreas principales, siendo las especies mayoritarias *Araucaria araucana* y *Nothofagus pumilio*, aunque también se encuentran presentes en dichas formaciones *Nothofagus dombeyi*, *Nothofagus obliqua*, *Nothofagus alpina* y *Nothofagus antártica* y, que los índices de diversidad arbórea del tipo forestal *Araucaria* resultan bajos en comparación a otras formaciones, especialmente a la de los tipos forestales Esclerófilo y Siempreverde.

Los valores del índice de Sørensen muestran que existe alta similitud de especies en las áreas estudiadas, siendo ello bastante lógico, debido a que la vegetación en dicha zona corresponde al tipo forestal *Araucaria* y a las asociaciones vegetales “*Araucaria – Lenga*” y “*Araucaria – Coigüe*”, en las cuales *Araucaria* y *Lenga* constituyen especies dominantes. Al este respecto Schmidt (1977), indica que la formación *Araucaria – Lenga* es la más característica del tipo forestal *Araucaria* y que *Nothofagus dombeyi*, *Nothofagus obliqua*, *Nothofagus alpina* o *Nothofagus antártica*, características de otras asociaciones vegetales, se encuentran también presentes en el área de distribución del tipo forestal *Araucaria* (Schmidt, 1977; Schmidt *et al.*, 1979; Puente, 1980; Veblen, 1982; Burns, 1991 y Donoso, 1993).

La diversidad y la densidad de individuos de *Araucaria* en los bosques de Chile y Argentina han sido estudiadas por varios autores pero sin calcular ninguno de ellos valores de diversidad o equidad. Así, investigaciones realizadas por Montaldo (1974), Schmidt (1977), Schmidt *et al.* (1980), Veblen *et al.* (1995), Burns (1991), Drake (2004), Drake *et al.* (2005) y Mujica *et al.* (2009) registran una riqueza arbórea muy similar a la encontrada en el presente trabajo, estableciendo que el patrón de distribución y de asociación de *Araucaria araucana* con otras especies, especialmente en la Cordillera de los Andes, depende en gran medida de la exposición y altura. Así, en la cara norte de la cordillera forma rodales puros en el límite altitudinal arbóreo (1.700-1.800 m.s.n.m.), encontrándose 100 metros por debajo de esta cota formaciones mixtas con *Nothofagus pumilio* y *Araucaria araucana*.

En Argentina, los bosques puros de *Araucaria araucana* ocupan las exposiciones norte u oeste, siendo estos sitios demasiado secos para otras especies entre 1.300 y 1.600 m, en el sector oriental de los Andes. Las exposiciones sur son, generalmente, más frías y húmedas que las norte, por lo que se encuentran rodales puros de *Nothofagus pumilio* 100 o 200 metros por encima de los rodales más altos de *Araucaria* en la exposición norte. En las demás exposiciones, que no quedan claramente expuestas al sur o al norte, *Araucaria araucana* y *Nothofagus pumilio* forman rodales mixtos en los límites altitudinales del bosque.

El análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) realizado confirma los resultados anteriores, al considerar que para la abundancia, dominancia y frecuencia relativas, *Araucaria araucana* presentó valores de IVI superiores en Pino Huacho e Hijueta 12, donde la presencia de *Nothofagus pumilio* está muy restringida, tanto en número de individuos como en área basal. En San Antonio y El Indio, los mayores valores de IVI son presentados por Lenga, registrándose, en el segundo caso, cierta presencia de *Nothofagus dombeyi*, que pese a contar con individuos de gran diámetro, no alcanzó una alta densidad, por lo que el valor de IVI para esta especie fue bajo. Por último, aunque en Lolco, se presenta el mayor número de especies, *Araucaria* y Lenga ocupan posiciones relevantes y bastante equilibradas, aunque esta última especie presenta valores de IVI levemente superiores. En este predio, *Nothofagus dombeyi* tiene una presencia mayor que la existente en el Predio El Indio, apareciendo de forma residual algunos individuos de *Nothofagus obliqua*, estando ya descrita esta composición por Schmidt (1977), Schmidt *et al.* (1980) y Morales (1981).

Al relacionar el número de especies con el área basal extraída se comprueba que independientemente del valor extraído, el conjunto de especies arbóreas halladas no supera las cuatro especies, dado que la respuesta del bosque será equivalente a la producida por la caída esporádica de algunos pies senescentes.

Con respecto al proceso de sucesión secundaria en el sector chileno de la Cordillera de los Andes, Donoso (1993) informa que en grandes áreas explotadas o quemadas el asentamiento de *Araucaria* es más factible a mayores altitudes, donde las Bambusáceas (principalmente *Chusquea tenuiflora*) no crecen con tanto vigor. Así, tras perturbaciones de cierta magnitud las formaciones de *Araucaria* y *Nothofagus* persisten en el ecosistema, favoreciendo la permanencia de algunos individuos de *Araucaria* y del establecimiento temprano de especies del Género *Nothofagus*. Igualmente, *Araucaria araucana*, debido a su condición de especie esciófila consigue un mayor asentamiento con la apertura de pequeños claros.

Así, es posible apreciar que en rangos de altitud elevados, los asentamientos de especies arbóreas responden a las formaciones de *Araucaria* – *Nothofagus*. Considerando que las especies se organizan según comparten exigencias de luz y patrones similares de regeneración y crecimiento y, que ellas actúan como heliófilas o esciófilas parciales o totales, las formaciones en las que se incluye una especie esciófila de carácter total (*Araucaria araucana*), con especies esciófilas parciales o heliófilas (*Nothofagus*), siguen una dinámica en la que los *Nothofagus*, de carácter pionero, aprovechan los claros de mayor tamaño sirviendo de protección a la regeneración de *Araucaria*, que puede permanecer varias décadas a la espera de una apertura del dosel de pequeño tamaño. Si la perturbación es de mayor envergadura, los *Nothofagus* formarán rodales coetáneos en los que *Araucaria araucana* pasa a una posición de mayor dominancia cuando éstos reducen su densidad por autorraleo dejando pasar más luz. A medida que estos rodales maduran llegando a una etapa de equilibrio dinámico, ambas especies son capaces de regenerar por la estrategia de claros, siendo las especies heliófilas dependientes de claros mayores.

No obstante, ante perturbaciones causadas por erupciones volcánicas, en los que se incluye el sepultamiento por material volcánico, *Araucaria araucana* tiene la capacidad de persistir, actuando como especie colonizadora de nuevos sustratos (Veblen, 1982; Burns, 1991), ocurriendo lo mismo ante sucesos de grandes vientos, donde *Araucaria* utiliza su extenso sistema radicular para mantenerse en pie a diferencia de la mayor parte de *Nothofagus* asociados a esta especie. Esta dinámica entre *Araucaria* (especie tolerante) y

*Nothofagus* (especies menos tolerantes o intolerantes) observada en el presente estudio, es coincidente con la descrita en trabajos realizados por otros autores (Gajardo, 1980; Donoso, 1981; Veblen *et al.*, 1995; Cortés y Lara, 2000; Drake *et al.*, 2005), en los cuales se menciona que la asociación Araucaria - Lenga (esciófila total y esciófila parcial) es la más característica del límite arbóreo superior y la asociación Araucaria - Coigüe (esciófila total y esciófila parcial) predomina en las laderas occidentales de la Cordillera de los Andes en los sectores medios, donde existe una mayor precipitación.

En la cuarta línea de investigación se analizó el efecto causado por la aplicación de cortas selectivas en la densidad, existencias y regeneración de bosques de Araucaria localizados en la Región de la Araucanía, utilizando para ello la información contenida en los correspondientes planes de manejo, específicamente la relativa a regeneración, caracterización del recurso, tablas de rodal y de existencia residual y la de un inventario forestal realizado el año 2010 y complementado el año 2011.

Los resultados muestran que la Araucaria recupera la distribución de jota invertida característica de la especie, la cual se encontraba bastante alterada producto de intervenciones anteriores, a pesar de disminuir drásticamente durante el período de estudio, la densidad y existencias de los bosques analizados, incluso en las clases diamétricas situadas bajo los diámetros límites de corta establecidos en los planes de manejo y que sus valores al año 2000 eran muy inferiores a los estipulados en las tablas de existencia residual y a los reportados para la especie en el área de estudio.

Estos resultados son coherentes con lo señalado por diversos autores, quienes afirman que debido a la condición de degradación generalizada de los bosques de *Araucaria araucana* resulta necesario realizar una transformación silvícola que les permita recuperar una estructura semejante a la natural y, que siendo el método de regeneración; selección o cortas sucesiva el adecuado para el manejo de la especie, la intensidad de corta debería ser mayor a la que en su momento permitió la legislación chilena, puesto que con intervenciones tan leves, el bosque en su conjunto no registra cambios de importancia en su estructura y tasas de crecimiento (Puente, 1980; Schmidt *et al.*, 1979; Rechene *et al.*, 2003; Drake, 2004; Mujica, 2001; Mujica *et al.*, 2009).

En cuanto a la regeneración, los resultados de los inventarios realizados durante los años 2010 y 2011, muestran que la regeneración de *Araucaria araucana* en los predios "Lolco" y "El Indio" disminuye en un 85,8% y 72,7% respectivamente y que en el predio San Antonio se incrementa en un 18,4%, estando las actuales cifras de regeneración en los límites inferiores a los documentados por otros autores para las comunas de Curacautín y Lonquimay. Así, bajo las condiciones de densidad, existencias, regeneración y dinámica, los bosques estudiados presentan una severa limitante para su aprovechamiento futuro bajo criterios de sustentabilidad.

No se han encontrado evidencias ni registros de cambios de uso del suelo, grandes fenómenos alogénicos, incendios forestales o cortas ilegales realizadas con posterioridad al año 1989 que pudieran haber incidido en las variaciones de densidad, área basal y volumen ocurridas durante el período de estudio en los predios "Lolco", "El Indio", "Pino Huacho", "San Antonio" e "Hijuela 12". Las variaciones en dichas variables corresponderían a los efectos provocados por las cortas realizadas a fines de la década de los ochenta, mostrando los resultados de la aplicación del método de regeneración: selección o cortas sucesivas en los predios "Lolco, El Indio", "Pino Huacho", "San Antonio" e "Hijuela 12" que dicho método es adecuado para el manejo de *Araucaria araucana* y que intervenciones fuertes en bosques alterados, en las que se afecten las distintas clases de diámetros ayudan a recuperar la estructura diamétrica propia de la especie.

## Referencias

- BASCUR, F., BLANCO, S., CHIANG, A., CONTRERAS, M., FERNÁNDEZ, C., GILCHRIST, J., GONZÁLEZ, L., GUERRA, G., y M. RODRIGUEZ (1987). Diagnóstico del Área de Distribución del Tipo Forestal Araucaria. Informe Final. Dpto. de Manejo de Recursos Forestales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 50pp.
- BURNS, B. (1991). The regeneration dynamics of *Araucaria araucana*. PhD Thesis Dept Geography, University of Colorado. USA. 211pp.
- BURNS, B. (1993). Fire-induced dynamics of *Araucaria araucana*-*Nothofagus antarctica* forest in the southern Andes. *Journal of Biogeography*, 20(6), 669-685.
- CONAF (2011). Catastro de Uso del Suelo y Vegetación Período 1993 2007. Monitoreo y Actualización Región de la Araucanía. Santiago, Chile. 26pp.
- CONAF y CONAMA (2009). Catastro de Uso del Suelo y Vegetación Período 1993 - 2007. Monitoreo y Actualización Región de la Araucanía. Santiago, Chile. 26pp.
- CONAF, CONAMA y BIRF (1999). Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe Nacional con Variables Ambientales. Proyecto CONAF/CONAMA/BIRF. Santiago, Chile. 87pp.
- CORTÉS, M. y LARA A. (2000). Dinámica de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en la Cordillera de la Costa de Chile. En XII Reunión Anual de la Sociedad de Botánica de Chile. *Gayana Botánica*, 57, 33. Concepción, Chile.
- DONOSO, C. (1981). Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. Documento de Trabajo N° 38. Investigación y Desarrollo Forestal (CONAF/PNUD/FAO). Publicación FAO. Chile. 82pp.
- DONOSO, C. (1990). Ecología Forestal; El bosque y su medio ambiente. Segunda Edición. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 368pp.
- DONOSO, C. (1993). Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Primera Edición. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 484pp.
- DONOSO, C. (1998). Bosques templados de Chile y Argentina; Variación, estructura y dinámica. Cuarta Edición. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 483 pp.
- DONOSO, C. (2006). Las especies Arbóreas de los Bosques Templados de Chile y Argentina. Autoecología. En Marisa Cuneo (Ed). Chile, Valdivia. 678pp.
- DRAKE, F. (2004). Uso Sostenible en Bosques de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. Aplicación de Modelos de Gestión. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, Universidad de Córdoba. España. 318pp.
- DRAKE, F. y ACUÑA, M. (2005). Propuesta de Manejo Sustentable de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. *Revista Bosque*, 26 (1), 23-32.
- GAJARDO, R. (1980). Vegetación del bosque de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en la Cordillera de Los Andes (Lonquimay, provincia de Malleco). Boletín Técnico N° 57. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 25pp.

GONZÁLEZ, M., CORTÉS, M., IZQUIERDO, F., GALLO, L., ECHEVERRÍA, C., BEKKESSY, S., y P. MONTALDO (2006). *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch.; Araucaria (o) Pehuén, Piñonero, Pino Araucaria, Pino Chileno, Pino Neuquen, Monkey Puzzle tree. En: C. Donoso (Ed), *Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina: Autoecología* (pp 36-53). Valdivia, Chile.

LARA, A., DONOSO, C., y J. ARAVENA (1996). La Conservación del Bosque Nativo de Chile: Problemas y Desafíos. En J. Armesto, C. Villagrán y M. Arroyo (Eds.). *Ecología de los Bosques Nativos de Chile* (pp 335-362). Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

MINISTERIO DE AGRICULTURA (1987). Decreto Supremo N° 141. Diario Oficial de la República de Chile. 26 de Diciembre de 1987. 5 pp.

MONTALDO, P. (1974). La Bio-ecología de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. Bol. *Inst. Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación de Venezuela*, 46(48), 3-55.

MORALES, R. (1983). Estudio de intervenciones en un bosque tipo de Coigüe según su estructura y distribución horizontal. Tesis, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 68pp.

MUJICA, R. (2001). Untersuchungen zur waldbauichen Behandlung von *Araucaria araucana* Wäldern in Südchile. Dr. Thesis, Technische Universität München, Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Landnutzung und Umwelt. 202pp.

MUJICA, R., SCHMIDT, H., EL KATEB, H., y R. MOSANDL (2009). Evaluación de Tratamientos Silvícolas en Bosques de *Araucaria araucana* en el Sur de Chile. En XIII Congreso Forestal Mundial. Buenos Aires, Argentina. 14pp.

PUENTE, M. (1980). Utilización de un Bosque de Tipo Araucaria con Criterios de Permanencia. Boletín Técnico N° 57. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 22pp.

RECHENE, C., ROVELOTTI, J., LOPEZ CEPERO, E., BURSCHEL, P., y J. BAVA (2003). Conservación de los Bosques de Araucaria. Guía de difusión. Programa de Apoyo Ecológico (TOEB). 158pp.

SCHMIDT, H. (1977). Dinámica de un Bosque Virgen de Araucaria-Lenga. *Forestry problems of the Genus Araucaria* (pp 3-11). Proceedings of IUFRO meeting held in Curitiba, Paraná, Brazil..159-166.

SCHMIDT, H., TORAL, M., y P. BURGOS (1979). Aspectos de Estructura y de Regeneración Natural para el Manejo Silvícola de los Bosques de Araucaria-Lenga en Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 28pp.

SCHMIDT, H., TORAL, M., y P. BURGOS (1980). Aspectos de estructura y de regeneración natural para el manejo silvícola de los bosques de Araucaria-Lenga. In *Forestry problems of genus Araucaria* (pp. 159-166). IUFRO meeting held in Curitiba, Brazil.

VEBLEN, T. (1982). Regeneration patterns in *Araucaria araucana* forests in Chile. *Journal of Biogeography*, 9, 11-28.

VEBLEN, T., BURNS, B., KITSBERGER, T., LARA, A., y R. VILLALBA (1995). The Ecology of the Conifers of Southern South America. In N. Enright and R. Hill (Eds.). *Ecology of the Southern Conifers* (pp 120-155).

## **Capítulo 7**

# **Conclusiones Generales**



De acuerdo a los objetivos definidos, y a las hipótesis planteadas y con los resultados obtenidos en el desarrollo de los diferentes capítulos de esta tesis, es posible señalar lo siguiente:

- 5-1. Existe un alto grado de conocimiento científico acerca de la taxonomía, botánica, genética, ecología, dinámica, estructura, regeneración, reproducción y estado de conservación de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. Sin embargo, son escasos los antecedentes sobre fitopatología, crecimiento de plantaciones, incidencia del clima en su comportamiento y sobre los efectos la recolección de las semillas en la sustentabilidad regenerativa de la especie.
- 6-2. En la zona de estudio se ha producido un aumento generalizado en la cobertura de bosques, incrementándose la superficie de los tipos forestales Roble-Raulí-Coigüe, Lengua y Ciprés de la Cordillera en un 35,7%, un 78,0% y un 15,3% respectivamente.
- 7-3. El tipo forestal *Araucaria* presenta una disminución neta de 1,4% en su cobertura, causadas principalmente por talas realizadas antes de la moratoria declarada en 1990.
- 8-4. Durante el período de estudio se verificó que *Nothofagus obliqua* y *Nothofagus dombeyi* ocupan áreas cubiertas inicialmente por *Araucaria araucana* y también el fenómeno inverso. Esto es debido a la dinámica de regeneración de las especies involucradas, que inicialmente favorece a las especies del género *Nothofagus* debido a su mayor tolerancia a la luminosidad y mayor velocidad de regeneración y desarrollo, pero que - en el largo plazo -, permite el desarrollo de ejemplares de *Araucaria araucana* que se encontraban suprimidos o en sus primeras etapas de desarrollo.
- 9-5. Los resultados de estudios anteriores y de la presente investigación, evidencian una interesante recuperación en la cobertura de *Araucaria araucana* dentro de su área de distribución natural, la que en ausencia de grandes perturbaciones alogénicas y talas indiscriminadas, permiten que su dinámica regenerativa, así como de las especies asociadas se expresen naturalmente, expandiendo su presencia hacia territorios ubicados dentro de su área de distribución natural.
- 10-6. En términos generales, la aplicación de cortas selectivas en bosques degradados de *Araucaria araucana* presentes en la zona de estudio provocaron una recuperación de la distribución diamétrica característica de la especie. Sin embargo, al presentar dichos bosques densidades, existencias y regeneración muy inferiores a las estipuladas en los planes de manejo y a las reportadas para la especie en el área de estudio, se establece una severa limitante para el aprovechamiento futuro de *Araucaria* bajo criterios de sustentabilidad.
- 11-7. La diversidad y riqueza de especies arbóreas presentan valores muy homogéneos, no observándose diferencias respecto de los antecedentes reportados en la literatura ni en los planes de manejo para el tipo forestal *Araucaria* en el área de estudio.
- 12-8. Se observa una alta correlación ( $R^2=0,82$ ) entre la cantidad de regeneración y el área basal extraída de *Araucaria araucana*. No se observándose la misma relación en las especies del género *Nothofagus* y, especialmente de Lengua, la cual presentó una baja correlación entre dichas variables ( $R^2=0,22$ ).

- ~~13.9.~~ La distribución, altura, ubicación y calidad de la regeneración de *Araucaria* en los predios estudiados no presenta grandes diferencias respecto de los antecedentes registrados en la literatura para la especie en la zona de estudio. La densidad, por el contrario, fue muy variable, presentado valores inferiores a los estipulados en los planes de manejo y en la literatura.
- ~~14.10.~~ No se encontraron evidencias ni antecedentes de cambios de uso del suelo, catastrofismos ni talas ilegales ocurridas con posterioridad a la ejecución de los planes de manejo que pudieran haber incidido en las variaciones de densidad, área basal y volumen ocurridas en los predios objeto de estudio.
- ~~15.11.~~ La estricta observancia de la prohibición de corta decretada en el año 1990 por parte de los propietarios de predios con *Araucaria araucana*, la existencia de un método silvicultural apropiado para el manejo de la especie y la fortaleza del marco legal e institucional existente en Chile, permitirían desarrollar una línea de trabajo de largo plazo, tendiente a generar propuestas de manejo que incorporen criterios de sustentabilidad ambiental y ecológica para la especie, para lo cual, sería extremadamente útil abrir un amplio debate sobre la viabilidad del manejo sustentable de *Araucaria araucana* en Chile, en el cual, la comunidad científica, las autoridades gubernamentales y la sociedad en general puedan, a la luz del conocimiento y experiencias acumuladas, debatir con objetividad acerca de la pertinencia, relevancia y viabilidad de manejar sustentablemente la especie.

## Referencias

- AAGENSEN, D. (1998). Indigenous Resource Rights and Conservation of the Monkey-Puzzle Tree (*Araucaria araucana*, Araucariaceae): A case of study from southern Chile. *Econ. Bot.*, 52, 64-85.
- AGUAYO, M., WIEGAND, T., AZOCAR, G., WIEGAND, K., and C. VEGA (2007). Revealing the driving forces of mid-cities urban growth patterns using spatial modeling: a case study of Los Angeles, Chile. *Ecology and Society*, 12, 13.
- ALMEYDA, E. y SAEZ, F. (1958). Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos. Ministerio de Agricultura. Dpto. Téc. Interam. Coop. Agric. Proyecto 14. Santiago, Chile. 195pp.
- ALTAMIRANO, A., ECHEVERRÍA, C., y A. LARA (2007). Efecto de la fragmentación forestal sobre la estructura vegetal de las poblaciones amenazadas de *Legrandia concinna* (Myrtaceae) del centro-sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 80, 27-42.
- AUER, V. (1951). Consideraciones científicas sobre la conservación de los recursos naturales de la Patagonia. *IDIA IV*, 40-4, 1-39.
- AUER, V. (1960). The Quaternary History of Fuego Patagonia. *Royal Soc. Bot.*, 152, 507-516.
- AZOCAR, G., ROMERO, H., SANHUEZA, R., VEGA, C., and M. AGUAYO (2007). Urbanization patterns and their impacts on social restructuring of urban space in Chilean mid-cities: The case of Los Angeles, central Chile. *Land Use Policy*, 24, 199-211.
- BAEZA, V. y LLANA, A. (1942). Las Coníferas Chilenas. Prensa de la Universidad de Chile. Santiago, Chile. 70pp.
- BASCUR, F., BLANCO, S., CHIANG, A., CONTRERAS, M., FERNÁNDEZ, C., GILCHRIST, J., GONZÁLEZ, L., GUERRA, G., y M. RODRIGUEZ (1987). Diagnóstico del Área de Distribución del Tipo Forestal Araucaria. Informe Final. Dpto. de Manejo de Recursos Forestales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 50pp.
- BENITEZ, C. (2005). Viabilidad de las semillas y crecimiento inicial de plántulas de *Araucaria araucana* (Mol.). K. Koch de la Cordillera de Nahuelbuta en la IX región de Chile. Tesis, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Católica de Temuco. Temuco, Chile. 107pp.
- BENZ, U., HOFMANN, P., WILLHAUCK, G., LINGENFELDER, I., and M. HEYNEN (2004). Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 58, 239-258.
- BROVKIN, V., SITCH, S., VON BLOH, W., CLAUSSEN, M., and E. BAUER (2004). Role of land cover changes for atmospheric CO<sub>2</sub> increase and climate change during the last 150 years. *Global Change Biology*, 10, 1253-1266.
- BURNS, B. (1991). The regeneration dynamics of *Araucaria araucana*. PhD Thesis, Dept Geography, University of Colorado. USA. 211pp.

- BURNS, B. (1993). Fire-induced dynamics of *Araucaria araucana*-*Nothofagus antarctica* forest in the southern Andes. *Journal of Biogeography*, 20(6), 669-685.
- BURROWS, G. (1987). Leaf axil anatomy in the *Araucariaceae*. *Australian Journal of Botany*, 35, 631-640.
- BUSTAMANTE, R. (1997). Depredación de semillas en bosques templados de Chile. Capítulo 14. En J. Armesto, C. Villagrán y M. Arroyo (Eds.). *Ecología de bosques nativos de Chile* (pp. 265-278). Editorial Universitaria. Segunda Edición. Santiago, Chile.
- CAAVIERES, A. (1987). Estudio de crecimiento de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en un bosque virgen de Araucaria-Lenga. Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal. Dpto. de Silvicultura, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 95pp.
- CARO, M. (1995). Producción y dispersión de semillas de *Araucaria araucana* en Lonquimay. Memoria para optar al título de Ingeniero Forestal, Facultad de Ciencias Agronómicas y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 55pp.
- CHASE, T., PIELKE, R., KITTEL, T., NEMANI, R., and S. RUNNING (2000). Simulated impacts of historical land cover changes on global climate in northern winter. *Climate Dynamics*, 16, 93-105.
- CISTERNA, M., MARTÍNEZ, P., OYARZÚN, C., y P. DEBELS (1999). Caracterización del proceso de reemplazo de vegetación nativa por plantaciones forestales en una cuenca lacustre de la cordillera de Nahuelbuta, VIII Región, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 72, 541-556.
- CLAUSSEN, M., BROVKIN, V., and A. GANAPOLSKI (2001). Biogeophysical vs biogeochemical feedbacks of large – scale land cover change. *Geophysical Research Letters*, 28, 111-114.
- CONAF (2011). Catastro de Uso del Suelo y Vegetación Período 1993 2007. Monitoreo y Actualización Región de la Araucanía. Santiago, Chile. 26pp.
- CONAF y CONAMA (2009). Catastro de Uso del Suelo y Vegetación Período 1993 - 2007. Monitoreo y Actualización Región de la Araucanía. Santiago, Chile. 26pp
- CONAF, CONAMA y BIRF (1999). Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe Nacional con Variables Ambientales. Proyecto CONAF/CONAMA/BIRF. Santiago, Chile. 87pp.
- CORTÉS, M. y LARA, A. (2000). Dinámica de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en la Cordillera de la Costa de Chile. En XII Reunión Anual de la Sociedad de Botánica de Chile. *Gayana Botánica*, 57, 33. Concepción, Chile.
- CORVALÁN, P. (1977). Modelos dendrométricos para la especie *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en rodales fuertemente intervenidos. *Revista Ciencias Forestales*, 12, 33-41.
- DAVIS, D. (1984). New Leaf-mining moths from Chile. With Remarks on the History and Composition of Phyllocinistinae (Lepidoptera: Gracilladira). Neotropical microlepidoptera. *XXV Tropical Lepidoptera*, 5(1), 65-75.
- DEFINIENS (2000). eCognition professional User Guide. 4th Edition. Germany. 485pp.
- DEFRIES, R., BOUNOUA, L., and G. COLLATZ (2002). Human modification of the landscape and surface climate in the next fifty years. *Global Change Biology*, 8, 438-458.

- DIAZ –VAZ, J. (1984). *Araucaria araucana*: Descripción anatómica. *Bosque*, 5, 117-118.
- DIAZ-VAZ, J., DEVLIEGER, F., POBLETE, H., y R. JUACIDA (1989). Maderas comerciales de Chile. En Marisa Cúneo (Ed.). Valdivia, Chile. 80pp.
- DIVASTO, A. (2003). Caracterización de la Regeneración Natural de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en el Sector Pehuenco, Parque Nacional Nahuelbuta. Tesis Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 34pp.
- DONOSO, C. (1981). Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. Documento de Trabajo N° 38. Investigación y Desarrollo Forestal (CONAF/PNUD/FAO). Publicación FAO. Chile. 82pp.
- DONOSO, C. (1990). Ecología Forestal; El bosque y su medio ambiente. Segunda Edición. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 368pp.
- DONOSO, C. (1993). Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Primera Edición. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 484pp.
- DONOSO, C. (1997). Árboles Nativos de Chile. Guía de reconocimiento. Octava edición. En Marisa Cúneo (Ed). Valdivia, Chile. 116pp.
- DONOSO, C. (1998). Bosques templados de Chile y Argentina; Variación, estructura y dinámica. Cuarta Edición. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 483 pp.
- DONOSO, C. (2006). Las especies Arbóreas de los Bosques Templados de Chile y Argentina. Autoecología. En Marisa Cuneo (Ed). Chile, Valdivia. 678pp.
- DONOSO, C. y CABELLO, A. (1977). Antecedentes fenológicos y de germinación de especies leñosas chilenas. *Revista de la Facultad de Ciencias Forestales*, 1(2), 31-41.
- DONOSO, C. y LARA, A. (1995). Utilización de los bosques nativos en Chile: pasado, presente y futuro. En J. Armesto, C. Villagrán y M. Arroyo (Eds.). *Ecología de los Bosques Nativos de Chile* (pp 363-388). Editorial Universitaria. Santiago. Chile.
- DRAKE, F. (2004). Uso Sostenible en Bosques de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. Aplicación de Modelos de Gestión. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes, Universidad de Córdoba. España. 318pp.
- DRAKE, F. y ACUÑA, M. (2005). Propuesta de Manejo Sustentable de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. *Revista Bosque*, 26 (1), 23-32.
- ECHEVERRÍA, C., COOMES, D., SALAS, J., REY-BENAYAS, J., LARA, A., and A. NEWTON (2006). Rapid deforestation and fragmentation of Chilean Temperate Forests; Department of Plant Sciences, University of Cambridge, Cambridge CB2 3EA, UK. *Biological Conservation* Oxford: Elsevier, 130 (4), 481-494.
- ENRIGTH, N., HILL, R., and T. VEBLEN (1995). The Southern Conifers. An Introduction. Chapter 1. In N. Enrighthand and R. Hill (Eds.). *Ecology of the Southern Conifers* (pp. 1-9). Australia, Melbourne University Press.
- ESKUCHE, U. (2002). Pflanzensociologische Untersuchungen in Nordpatagonien. IV. Die Wälder des *Nothofagion pumilionis*. *Folia Botanica et geobotánica Correntesiana*, 16, 1-47.
- FAJARDO, A. y GONZÁLEZ, M. (2009). Replacement patterns and species coexistence in an Andean *Araucaria-Nothofagus* forest. *Journal of Vegetation Science*, 20, 1176-1190.

- FINCKH, M. y PAULSCH, A. (1995). The Ecological strategy of *Araucaria araucana* (Alemán), *Flora* 190, 365-382.
- FOLEY, J., DEFRIES, R., ASNER, G., BARFORD, G., and C. BONAN (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309, 570-574.
- FUENTES, E. (1988). Sinopsis de paisajes de Chile central. En E. Fuentes y S. Prenafeta (Eds.), *Ecología del paisaje en Chile central. Estudios sobre sus espacios montañosos* (pp 17-27). Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- FUENTES, E. and CARRASCO, M. (1984). Problems of resource management and land use in two mountain regions of Chile. In F. Di Castri, F. Baker and M. Hadley (Eds.). *Ecology in practice* (pp 315-330). Tycooly international, Dublin, Irlanda.
- FUENTES, E. and HAJEK, E. (1979). Patterns or landscape modification in relation to agricultural practice in central Chile. *Environmental Conservation*, 6, 265-271.
- FUENZALIDA, H. (1965). Clima. En *Geografía Económica de Chile* (pp 98-152). Texto refundido de CORFO. Santiago, Chile.
- GAJARDO, R. (1980). Vegetación del bosque de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en la Cordillera de Los Andes (Lonquimay, provincia de Malleco). Boletín Técnico N° 57. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 25pp.
- GAJARDO, R. (1994). La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 165pp.
- GILMAN, E. y WATSON, D. (1993). *Araucaria araucana. Fact Sheet ST-81. Series of the Environment Horticulture Department*, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Science. University of Florida. 3pp.
- GOLDEWIJK, K. (2001). Estimating global land use change over the past 300 years: The HYDE Database. *Global Biogeochemical Cycles*, 15, 417-433.
- GONZÁLEZ, A. (2001). Análisis de la Densidad y Crecimiento de la Regeneración de un Bosque de *Araucaria* Bajo Distintas Intensidades de Corta de Selección. Tesis Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 79pp.
- GONZÁLEZ, M., CORTÉS, M., IZQUIERDO, F., GALLO, L., ECHEVERRÍA, C., BEKKESSY, S., y P. MONTALDO (2006). *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch.; *Araucaria* (o) Pehuén, Piñonero, Pino *Araucaria*, Pino Chileno, Pino Neuquen, Monkey Puzzle tree. En: C. Donoso (Ed.). *Las especies arbóreas de los bosques templados de Chile y Argentina: Autoecología* (pp 36-53). Valdivia, Chile.
- GOYCOLEA, C. (1984). Cultivo in vitro de Explantes de Cotiledones y/o Hipocotilo de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch y *Pinus radiata* (D. Don), Tesis Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 68pp.
- HARTWIG, F. (1997). Los escenarios de los bosques de *Araucaria*. *Revista informativa de la CORMA*, 256, 43-47.
- HENRÍQUEZ, C. y AZÓCAR, G. (2007). Propuesta de modelos predictivos en la planificación territorial y evaluación de impacto ambiental. Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales [en línea] Barcelona. Universidad de Barcelona. Vol XII, núm. 245 (41) <<http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-24541.htm> (ISSN: 1138-9788)>. [Consulta: 01 de agosto de 2007]

- HEUSSER, C., RABASSA, J., BRANDANI, A., and R. STUCKENRATH (1988). Late-Holoceno Vegetation of the Andean Araucaria Region, Province of Neuquen, Argentina. *Mountain Research and Development*, 8 (1), 53-63.
- HILL, R. (1995). Conifer Origin, Evolution and Diversification in the Southern Hemisphere. Chapter 2. In N. Enright, y R. Hill (Eds.), *Ecology of The Southern Conifers* (pp 10-29) Melbourne University Press. Australia. .
- HOFFMANN, A. (1991). Flora silvestre de Chile. Zona araucana. Segunda edición. Ediciones Fundación. 257pp.
- HOFFMANN, A., SIERRA, M., PROSSER, C., y M. DEL VALLE (2001). Enciclopedia de los bosques chilenos. Conservación, biodiversidad, sustentabilidad. Colección Voces del Bosque. Santiago, Chile. 351pp.
- HOUGHTON, R., HACKLER, J., and K. LAWRENCE (1999). The US carbon budget: Contributions from land-use change. *Science*, 285, 574-578.
- HUECK, K. (1978). Los bosques de Sud América: ecología, composición e importancia económica. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica Ltda. R.F. Alemania. 476pp.
- IUCN (2012). IUCN Red List of Threatened Species [on line] Version 2012.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)> Conifer Specialist Group 2000. *Araucaria araucana*. [Consulta: 25 de agosto de 2012]
- JEREZ, J. (2000). Propagación de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch Mediante Cultivo *In Vitro* de Embriones Maduros Aislados. Memoria de grado para optar al título de Ingeniero Forestal, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 39pp.
- KALELA, E. (1941). Über die Holzarten und die durch die klimatischen Verhältnisse verursachten Holzartenwechsel in den Wäldern des Patagoniens. *Ann. Acad. Scient. Fenn, Ser. 5A, IV Biol.*, 2, 1-151.
- KERSHAW, A. and McLONE, M. (1995). The Quaternary History of The Southern Conifer. Chapter 3. In N. Enright and R. Hill (Eds.). *Ecology of The Southern Conifers* (pp 30-63). Melbourne University. Australia.
- LAMBIN, E., TURNER, B., GEIST, H., AGBOLA, S., and A. ANGELSEN (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, 11, 261-269.
- LAMPRECHT, H. (1990). Silvicultura en los trópicos: Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un abastecimiento sostenido. Eschborn. República Federal de Alemania. GTZ. 340pp.
- LANDRUM, L. y MILOS, T. (1975). Gradientes florales y morfología asociada del suelo en la reserva Forestal de Malalcahuell, Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. *Bol. Técnico*, 35, 1-59.
- LARA, A., ARAYA, L., CAPELLA, J., FIERRO, M., y A. CAAVIERES (1989). Evaluación de la destrucción y disponibilidad de los recursos forestales nativos en la VII y VIII Región. Informe Técnico, Comité Pro Defensa Fauna y Flora. Santiago, Chile. 22pp.
- LARA, A., DONOSO, C., y J. ARAVENA (1996). La Conservación del Bosque Nativo de Chile: Problemas y Desafíos. En J. Armesto, C. Villagrán y M. Arroyo (Eds.). *Ecología de los Bosques Nativos de Chile* (pp 335-362). Editorial Universitaria. Santiago, Chile.

- LE QUESNE, C. (1988). Caracterización de Bosques de Ciprés de la Cordillera (*Austrocedrus chilensis* (D.Don.) Florin et Boutelje), en Radal 7 Tazas, VII Región, Chile. Tesis, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 125pp.
- LEÓN, E. y VILLARROEL, D. (2004). Dinámica Regeneracional Post – Incendio de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch en la Cordillera de la IX Región – Chile. Tesis Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 39pp.
- LUEBERT, F., GAJARDO, R., y M. ESTAY (2003). Notas fitosociológicas sobre las asociaciones forestales del parque Nacional Tolhuaca (Chile). *Boletín Museo Nacional de Historia Natural*, 52, 51-56.
- LUEBERT, F. y PLISCOFF, P. (2006). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria. 316pp.
- LUSK, C. y LE-QUESNE, C. (2000). Branch whorl of juvenile *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch are they formed annually. *Revista Chilena de Historia Natural*, 73, 497-501.
- MAENE, L. y DEBERGH, P. (1988). *Araucaria*. In Y. Bajaj (Ed.). *Cell and Tissue culture in Forestry* (pp: 176-184.). Springer-Verlag, Berlin.
- MARTICORENA, C. y RODRÍGUEZ, R. (1995). Flora de Chile. Volumen I, *Pteridophyta-Gymnospermae*. Universidad de Concepción. Concepción, Chile. Editorial Aníbal Pinto. 352pp.
- MATSON, P., PARTON, W., POWER, A., and M. SWIFT (1997). Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science*, 277, 504-509.
- MENDOZA, M. (1993). Conceptos Básicos de Manejo Forestal. Editorial UTHEA, México 161pp.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (1987). Decreto Supremo N° 141. Diario Oficial de la República de Chile. 26 de Diciembre de 1987. 5pp.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA (1990). Decreto Supremo N° 43. Diario Oficial de la República de Chile. 3 de Abril de 1990. 2pp.
- MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA (2004). Decreto Supremo N° 75. 2pp.
- MONTALDO, P. (1951). Condiciones Ecológicas y Dasonómicas de la especie *Araucana araucana* (Mol.) K. Koch. Memoria de Título. Facultad de Agronomía, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 70pp.
- MONTALDO, P. (1974). La Bio-ecología de *Araucaria araucana* (Mol.) Koch. Bol. *Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación de Venezuela*, 46(48), 3-55.
- MORALES, R. (1983). Estudio de intervenciones en un bosque tipo de Coigüe según su estructura y distribución horizontal. Tesis, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 68pp.
- MORENO, M. (2010). Cambio de estructuras en formaciones de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch con distintos niveles de gestión silvícola. Tesis Departamento de Ciencias y Recursos Agrícolas y Forestales, Universidad de Córdoba. España. 87pp.



- MOSTACEDO, B. y FRIEDERICKSEN, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz, Bolivia. 92pp.
- MUJICA, R. (2001). Untersuchungen zur waldbauichen Behandlung von *Araucaria araucana* Wäldern in Südchile. Dr. Thesis, Tesnische Universität München, Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Landnutzung und Umwelt. 202pp.
- MUJICA, R., SCHMIDT, H., EL KATEB, H., y R. MOSANDL (2009). Evaluación de Tratamientos Silvícolas en Bosques de *Araucaria araucana* en el Sur de Chile. En XIII Congreso Forestal Mundial. Buenos Aires, Argentina. 14pp.
- MUÑOZ, M. (2000). Crecimiento de un Bosque de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch bajo distintas intensidades de corta. Tesis Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 70pp.
- MUÑOZ, R. (1984). Análisis de la Productividad de Semillas de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en el Área de Lonquimay, IX Región. Tesis Universidad de Chile. Santiago, Chile. 140pp.
- MURÚA, R. (1996). Comunidades de Mamíferos del Bosque Templado de Chile. En J. Armesto, C. Villagrán y M. Arroyo (Eds.). *Ecología de los bosques nativos de Chile* (pp 113 -133). Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 470pp.
- NARANJO, J., MORENO, H., y M. GARDEWEG (1991). Environmental impact of Lonquimay 1998-1990 eruption, Southern Andes (38°23'S), Chile. International Conference: Active Volcanoes and Risk Mitigation, Napoli, Abstract. Poster Session. 111-115pp.
- NOVOA, R. y VILLASECA, S. (1989). Mapa Agroclimático de Chile. Ediciones Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago, Chile. 221pp.
- NRC (2001). Grand challenges in environmental sciences. Committee on Grand Challenges in Environmental Sciences. National Research Council, National Academy Press, Washington, DC. USA. 106pp.
- OBBERDORFER, E. (1960). Pflanzensoziologische Student in Chile. Ein Vergleich mit Europa. *Flora et Vegetatio Mundi*, 2, 1-208.
- OJEDA, J. (1989). Plan de Manejo y Volúmenes Disponibles en el Predio Quinquén. Solicitud aprobada por CONAF IX Región para la corta y reforestación de un bosque nativo del tipo forestal Araucaria. Anexo 5. Certificado 6801. Corporación Nacional Forestal. Región IX. 15pp.
- ORTIZ, J., QUINTANA, V., y H. IRIBARRA-VIDAL (1994). Vertebrados Terrestres con Problemas de Conservación en la Cuenca del Bío-Bío y Mar adyacente. Ediciones de la Universidad de Concepción. Primera Edición. Concepción, Chile. 152pp.
- PAUCHARD, A., AGUAYO, M., PEÑA, E., and R. URRUTIA (2006). Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: The case of a fast-growing metropolitan area (Concepción, Chile). *Biological Conservation* 127, 272-281.
- PERALTA, M. (1980). Geomorfología, clima y suelo del tipo forestal Araucaria en Lonquimay. Boletín Técnico N° 57. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 35pp.

- PIMM, S. and RAVEN, P. (2000) Biodiversity - Extinction by numbers. *Nature*, 403, 843-845.
- PUENTE, M. (1980). Utilización de un Bosque de Tipo Araucaria con Criterios de Permanencia. Boletín Técnico N° 57. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 22pp.
- RAMANKUTTY, N. and FOLEY, J. (1999). Estimating historical changes in global land cover: Croplands from 1700 to 1992. *Global Biogeochemical Cycles*, 13, 997-1027.
- RAMÍREZ, G. (1978). Estudio florístico y vegetacional del Parque Nacional Tolhuaca (Malleco, Chile). Museo Nacional de Historia Natural. *Pub. Ocasional*, 24, 3-23. Santiago
- RECHENE, C. (1996). Conservación y recuperación de los bosques de *Araucaria araucana*. Informe Interno. Centro de investigación y extensión forestal Andino Patagónico. CIEFAP. Esquel. Chubut. Argentina. 31pp.
- RECHENE, C., ROVELOTTI, J., LOPEZ CEPERO, E., BURSCHEL, P., y J. BAVA (2003). Conservación de los Bosques de Araucaria. Guía de difusión. Programa de Apoyo Ecológico (TOEB). 158pp.
- RODRÍGUEZ, R., MATTHEI, O., y M. QUEZADA (1983). Flora arbórea de Chile. Concepción, Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. 408pp.
- SALA, O., CHAPÍN, F., ARMESTO, J., BERLOW, E., and J. BLOOMFIELD (2000). Biodiversity - Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science*, 287, 1770-1774.
- SANHUEZA, R. y AZOCAR, G. (2000). Transformaciones ambientales provocadas por los cambios económicos de la segunda mitad del siglo XIX; provincia de Concepción. *Revista Geográfica de Chile Terra Australis*, 45, 181-194.
- SCHILLING, G. y DONOSO, C. (1976). Reproducción vegetativa natural de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch. *Inv. Agric*, 2 (3), 121-122.
- SCHMIDT, H. (1977). Dinámica de un Bosque Virgen de Araucaria-Lenga. *Forestry problems of the Genus Araucaria* (pp 3-11). Proceedings of IUFRO meeting held in Curitiba, Paraná, Brazil.
- SCHMIDT, H. (1984). Regeneración de Bosque de Araucaria-Lenga. Periodo Vegetativo 1983-1984. Departamento de Silvicultura y Manejo, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 41pp.
- SCHMIDT, H. y CAMPOS, E. (1988). Regeneración en un Bosque de Araucaria-Lenga. Período Vegetativo 1987-1988. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 15pp.
- SCHMIDT, H., IPINZA, R., y L. VIAL (1979). Regeneración en Bosque Nativo de Raulí. Estudio Bibliográfico. *Documento de Trabajo N° 24* (pp 106-124). Publicación FAO/PNUD/CHI/75/003. Chile.
- SCHMIDT, H. y LARA, A. (1985). Descripción y Potencialidad de los Bosques Nativos de Chile. *Ambiente y Desarrollo*, 1 (2), 91-108.
- SCHMIDT, H., TORAL, M., y P. BURGOS (1977). Silvicultura y uso de bosques de Araucaria. Región de Lonquimay. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 28pp.

SCHMIDT, H., TORAL, M., y P. BURGOS (1979). Aspectos de Estructura y de Regeneración Natural para el Manejo Silvícola de los Bosques de Araucaria-Lenga en Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 28pp.

SCHMIDT, H., TORAL, M., y P. BURGOS (1980). Aspectos de estructura y de regeneración natural para el manejo silvícola de los bosques de Araucaria-Lenga. In *Forestry problems of genus Araucaria* (pp. 159-166). IUFRO meeting held in Curitiba, Brazil.

SERRA, M. (1987). Dendrología de Coníferas y otras Gimnospermas. Apuntes Docentes N° 2. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 264pp.

SETOGUSHI, H., OSAWA, T., PINTAUD, J., JAFFRÉ, T., y J. VEILLON (1998). Phylogenetic Relationships within Araucaciae based on RCBL Gene Sequences. *American Journal of Botany*, 85(11), 1507-1516.

SHIBA, M. and ITAYA, A. (2006). Using eCognition for improved forest management and monitoring systems in precision forestry. In P. Ackerman, D. Längin and M. Antonides (Eds.). *Precision Forestry in plantations, semi-natural and natural forests* (pp 351-359). Proceedings of the International Precision Forestry Symposium, Stellenbosch University, South Africa, March 2006. Stellenbosch University, Stellenbosch.

SILVA, J. (2009). Estructura y Composición de los Bosques de Araucaria-Nothofagus en la Reserva Nacional Malalcahuello, Posterior a su Explotación Selectiva. Tesis, Universidad Austral de Chile. Santiago, Chile. 36pp.

SUAREZ, M. y EMPARAN, C. (1997). Hoja Curacautín. Regiones de la Araucanía y del Bío-Bío, escala 1:250.000, Carta Geológica de Chile, N° 71. Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile. Santiago. 105pp.

TORTORELLI, L. (1942). La explotación racional de los bosques de Araucaria de Neuquén, su importancia económica. Escuela de Estudios Argentinos. Buenos Aires, Argentina. 74pp.

TORTORELLI, L. (1956). Maderas y bosques argentinos (pp 871-885). Buenos Aires, Argentina.

URBAN, O. (1934). Botánica de las plantas endémicas de Chile. Soc. Imp. Lit. Concepción, Chile. 289pp.

URRUTIA, J. (1986). Análisis bibliográfico y pictórico de semillas y sus procesos germinativos para 32 especies forestales nativas. Tesis, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 64pp.

VALES, M., CLEMENTE, M., y L. GARCÍA ESTEBAN (2000). Especies maderables CITES. Jardín Botánico de Córdoba, España. CD Rom, ISBN: 84-7801-521-3, Depósito Legal CO.198/2.000.

VEBLEN, T. (1982). Regeneration patterns in *Araucaria araucana* forests in Chile. *Journal of Biogeography*, 9, 11-28.

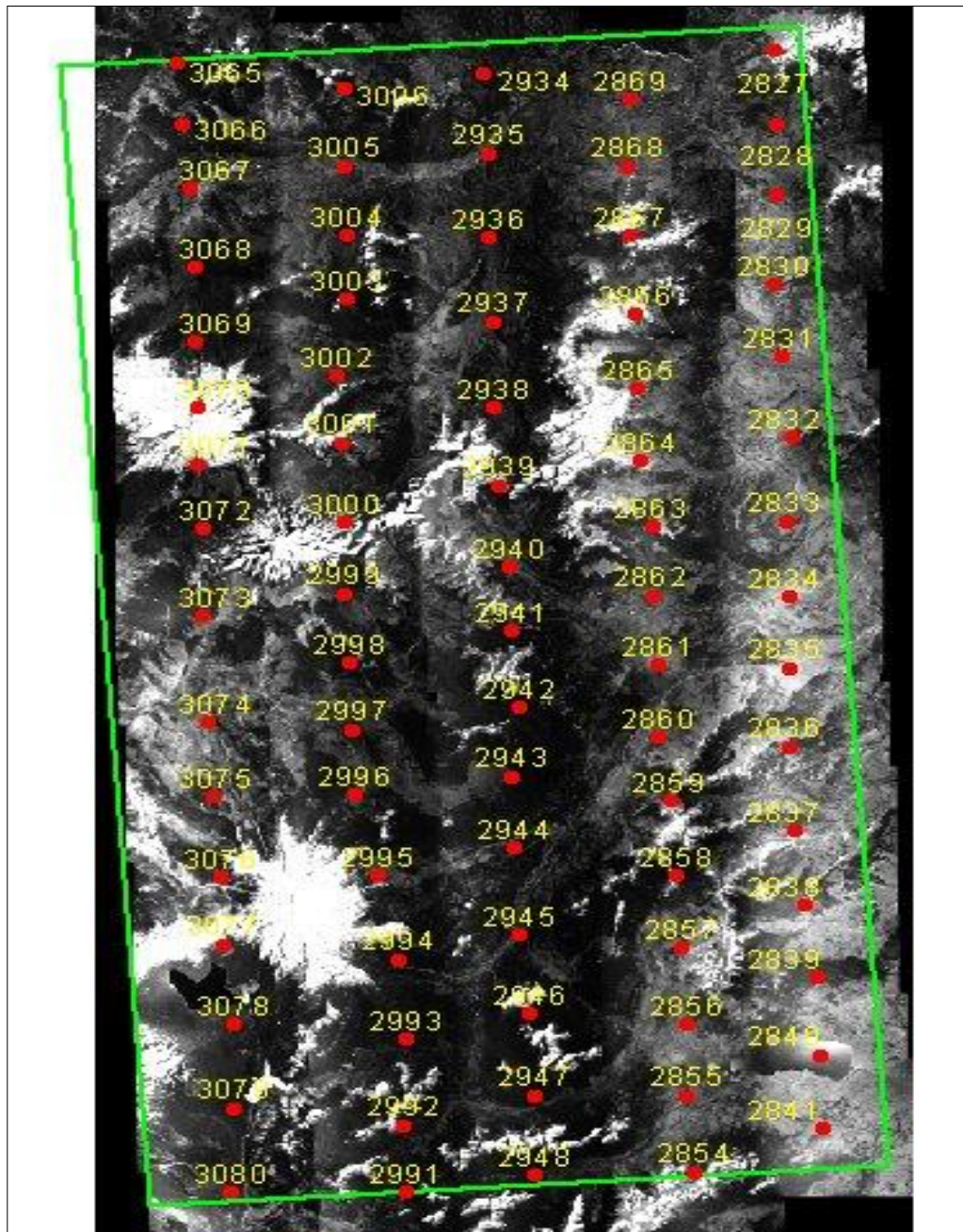
VEBLEN T. y ASHTON, D. (1982). The Regeneration Status of *Fitzroya cupressoides* in the Cordillera Pelada, Chile. *Biological Conservation*, 23, 141-161.

- VEBLEN, T., BURNS, B., KITSBERGER, T., LARA, A., y R. VILLALBA (1995). The Ecology of the Conifers of Southern South America. In N. Enright and R. Hill (Eds.). *Ecology of the Southern Conifers* (pp 120-155).
- VEBLEN, T., BURNS, B., and A. ROBERTUS (1996). Perturbaciones y Dinámica de Regeneración en Bosques Andinos del Sur de Chile y Argentina. Capítulo 9. In J. Armesto, C. Villagrán y M. Arroyo (Eds.). *Ecología de los Bosques Nativos de Chile* (169-197). Santiago, Chile. Editorial Universitaria.
- VEBLEN, T. and LORENZ, D. (1987). Post-Fire stand development of *Austrocedrus-Nothofagus* forest in northern Patagonia. *Vegetation*, 71, 113-126.
- VEBLEN, T. y SCHLEGUEL, M. (1982). Reseña ecológica de los bosques del sur de Chile. *Bosque*, 42, 73-115.
- VILDOSOLA, X. (2001). Dinámica de Regeneración de los Bosques de *Araucaria araucana* (Mol.) K. Koch en el Parque Nacional Conguillío IX Región, Chile. Tesis, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 71pp.
- VITA, A. (1996). Los Tratamientos Silviculturales. Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 147pp.
- VITOUSEK, P., MOONEY, H., LUBCHENCO, J., and J. MELILLO (1997). Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277, 494-499.
- WILSON, K., NEWTON, A., ECHEVERRÍA, C., WESTON, C., and M. BURSMAN (2005). A vulnerability analysis of the temperate forest of south central Chile. *Biological Conservation*, 122, 9-21.
- YUDELEVICH, M., BROWN, C., ELGETA, H. y S. CALDERON (1967). Clasificación Preliminar del Bosque Nativo de Chile. Informe Técnico N° 27. Instituto Forestal de Chile.
- ZANETTE, F., IRITANNI, C., y S. PAULA (1987). Aspectos básicos del cultivo *in vitro* de *Araucaria angustifolia*. Universidad Federal del Paraná. Curitiba, Brasil. 59pp.
- ZEGPI, P. (2004). Estructura y Dinámica Regeneracional de *Araucaria araucana* (Molina) K. Koch, en un Gradiente Altitudinal de la Cordillera de Nahuelbuta IX Región, Chile. Tesis, Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 31pp.

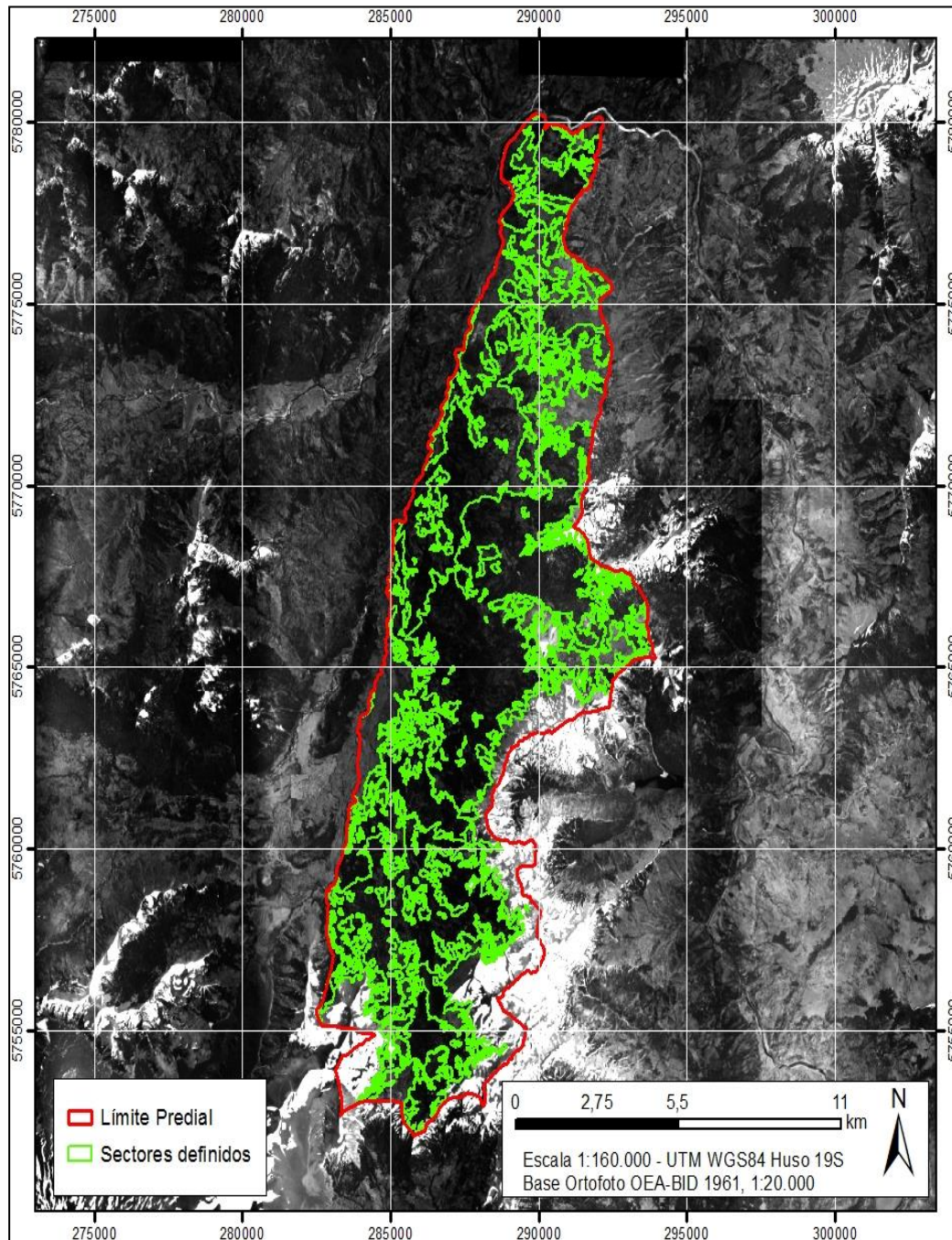
## **Anexos**

## Anexo I: Cambio de Cobertura

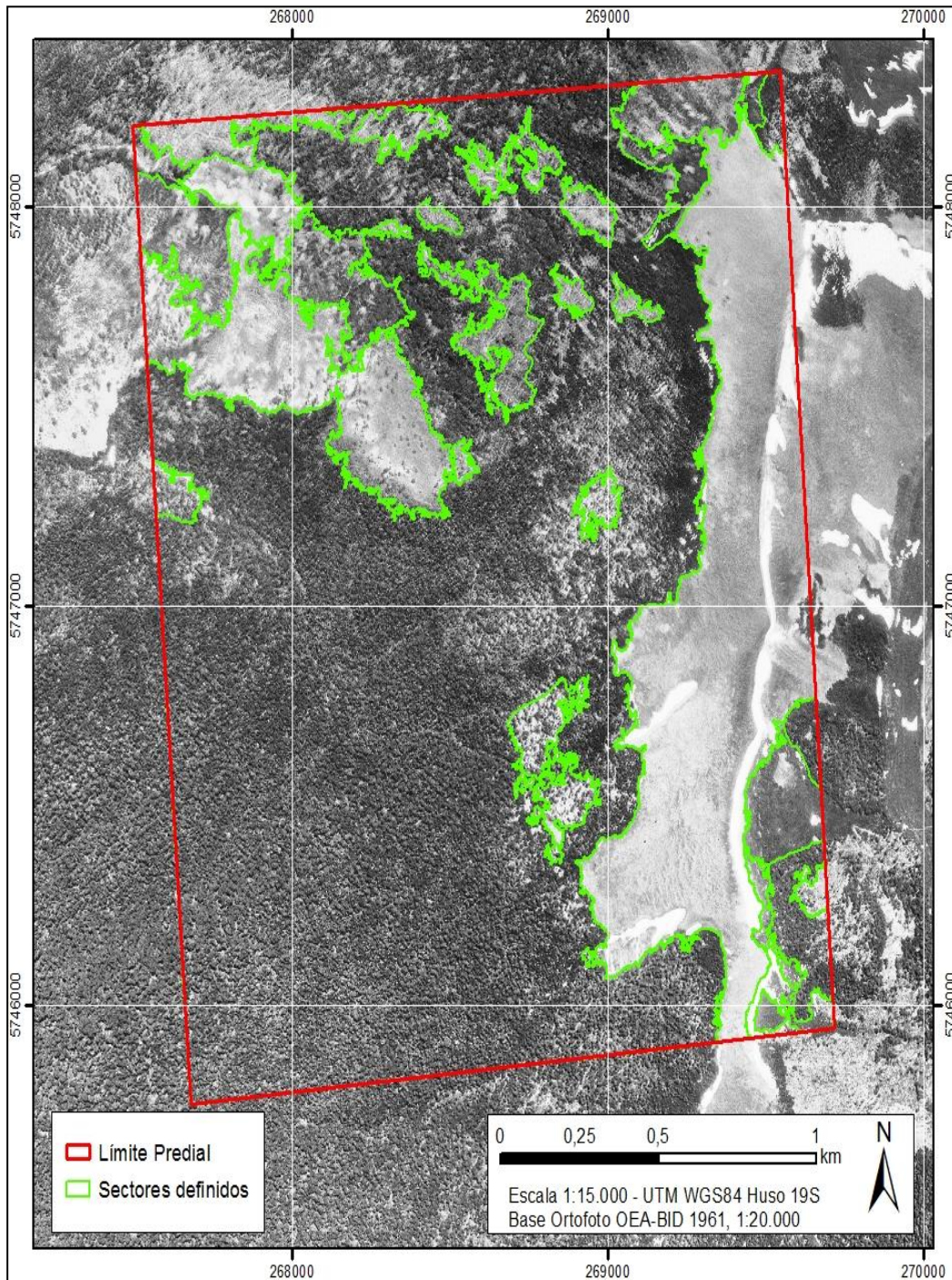
Mosaico digital



### Fotografías Aéreas (1961) Lolco

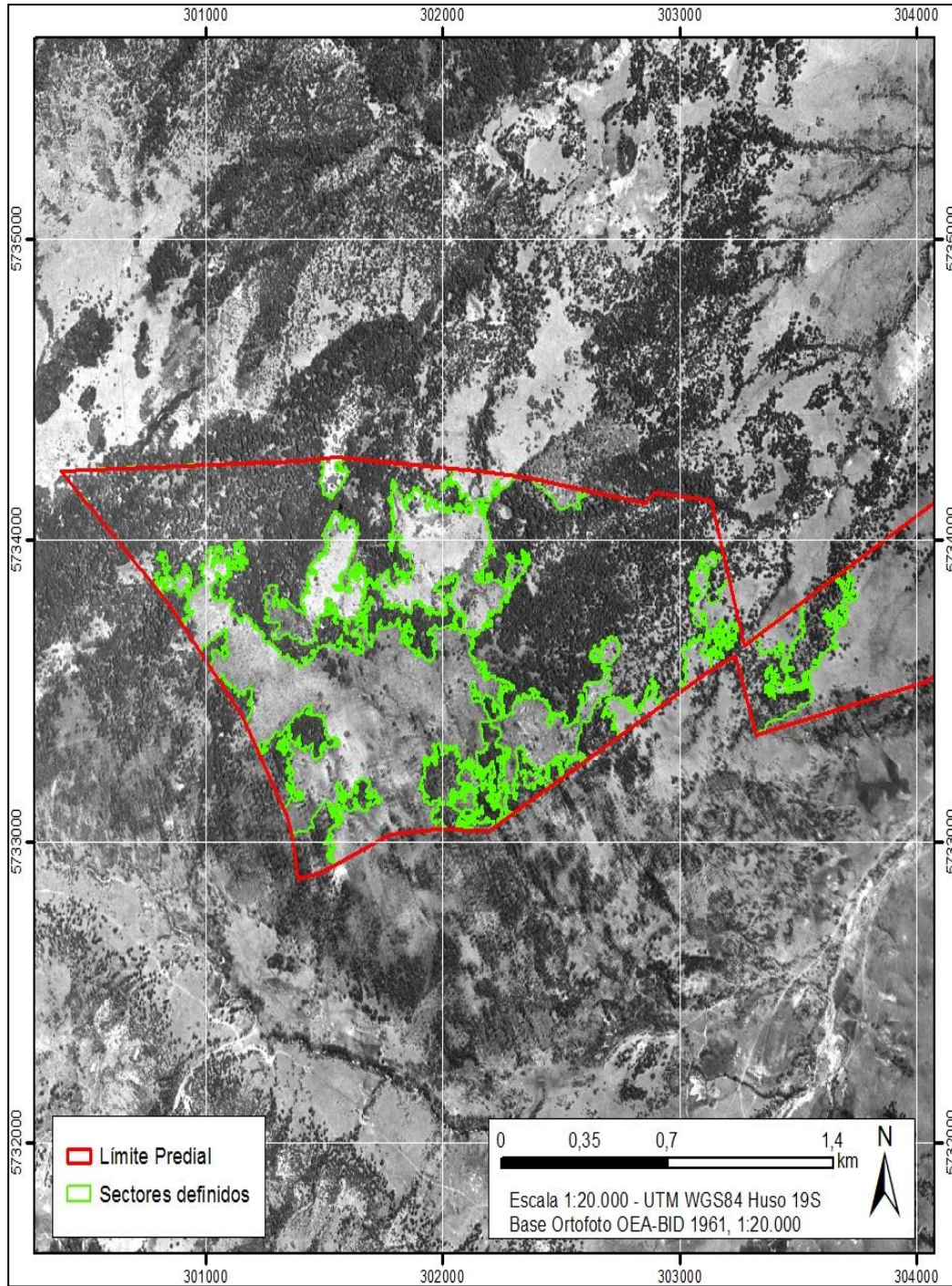


### El Indio

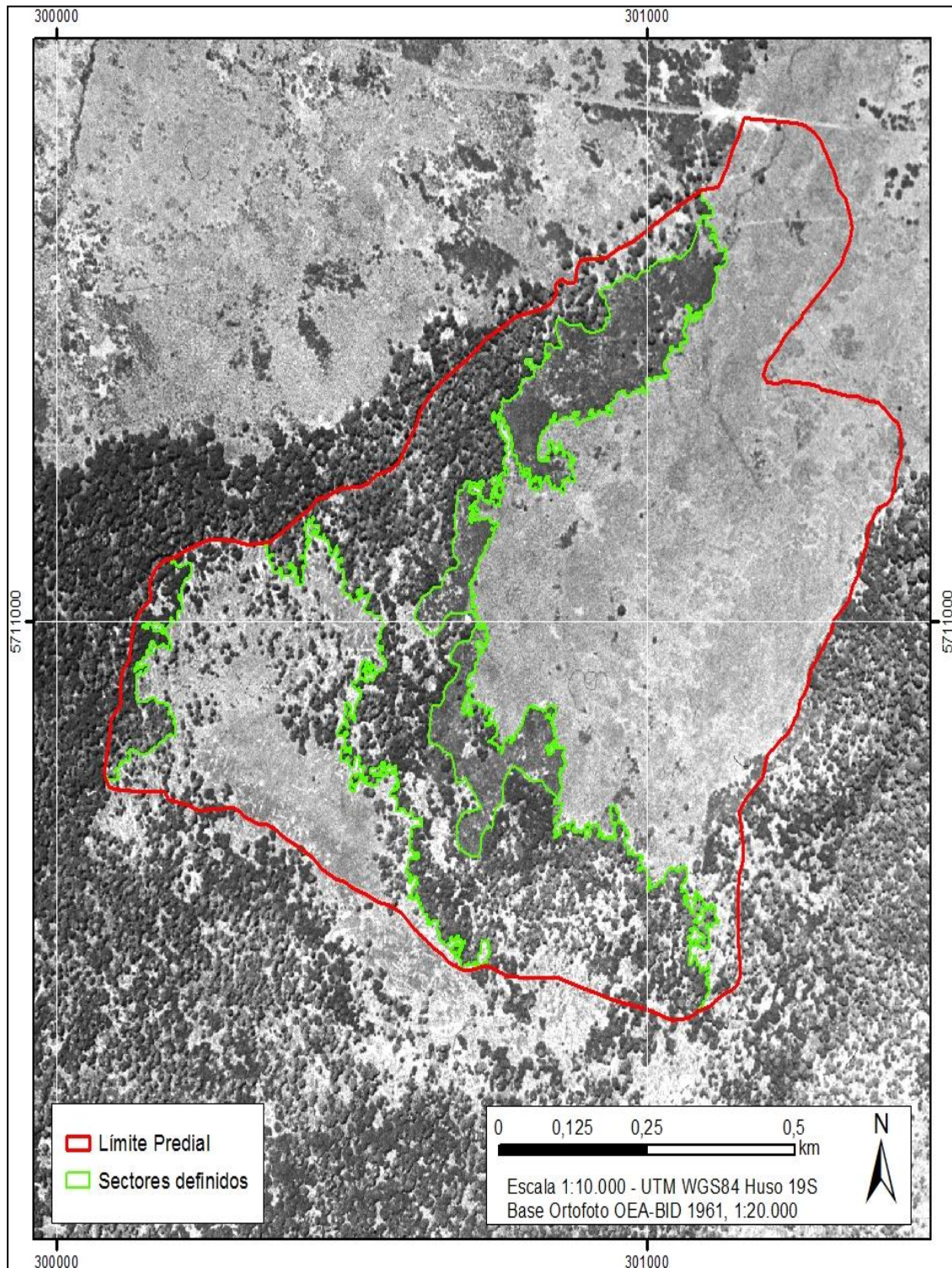




### Pino Huacho

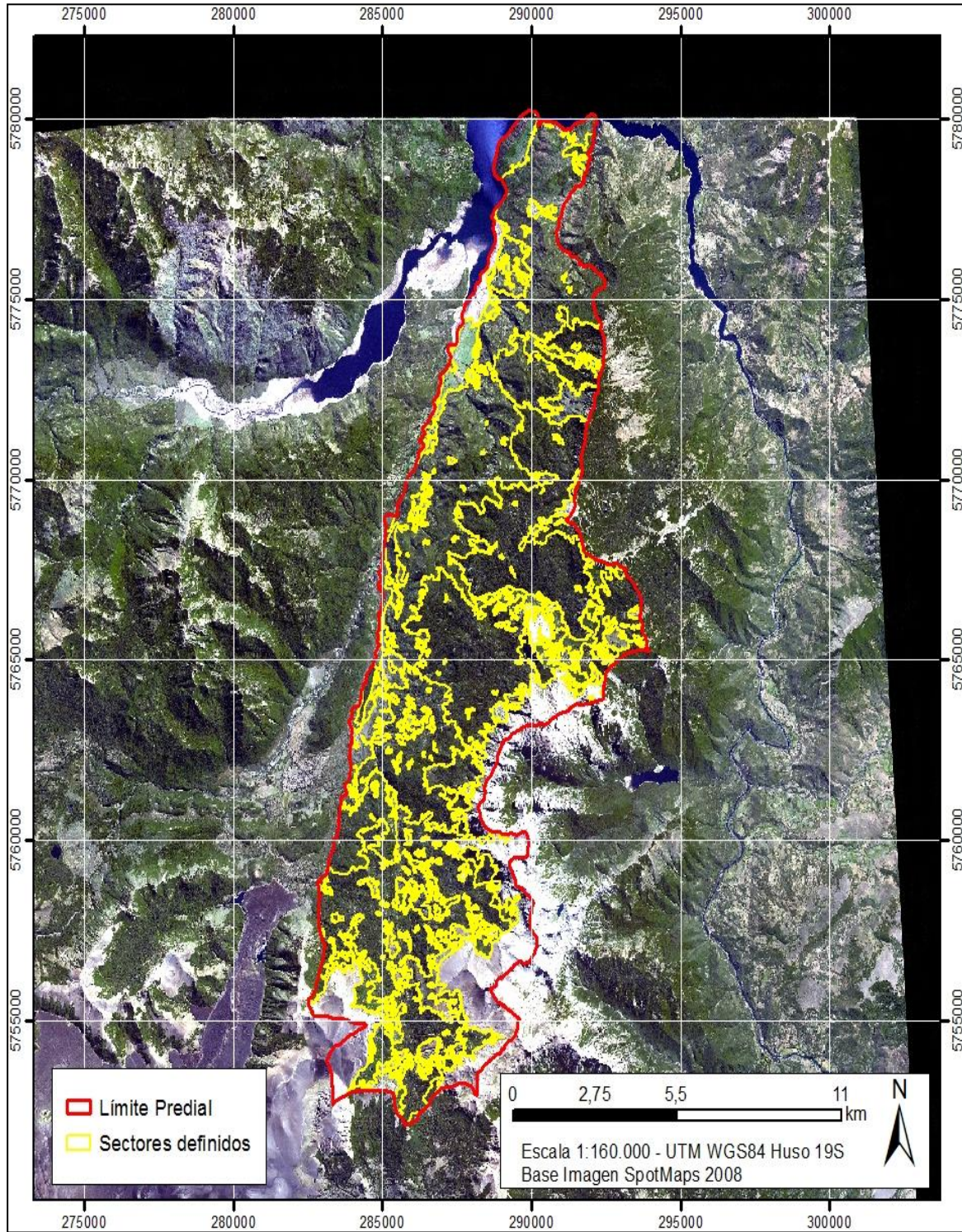


## Hijuela 12

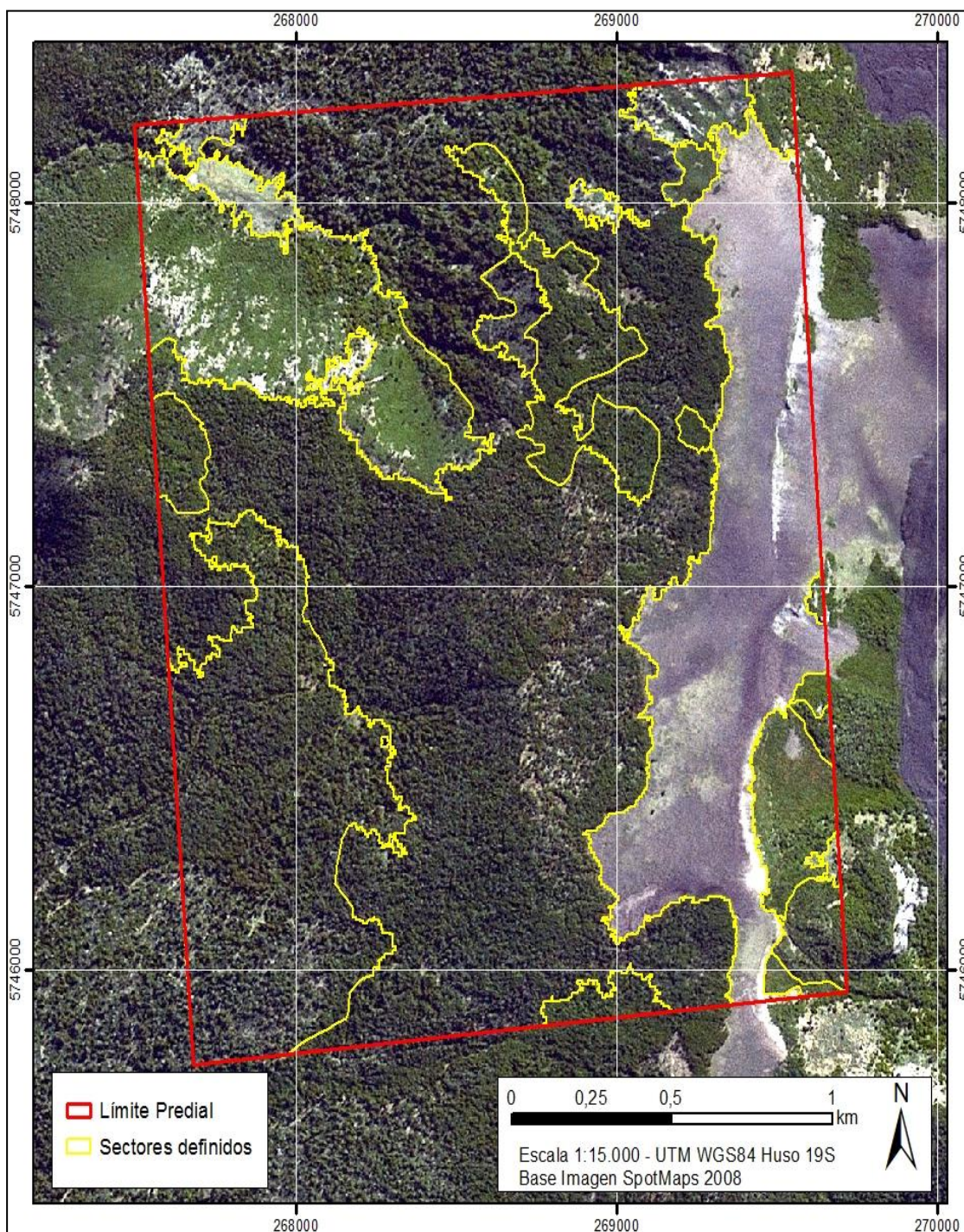


Imágenes SPOT (2008)

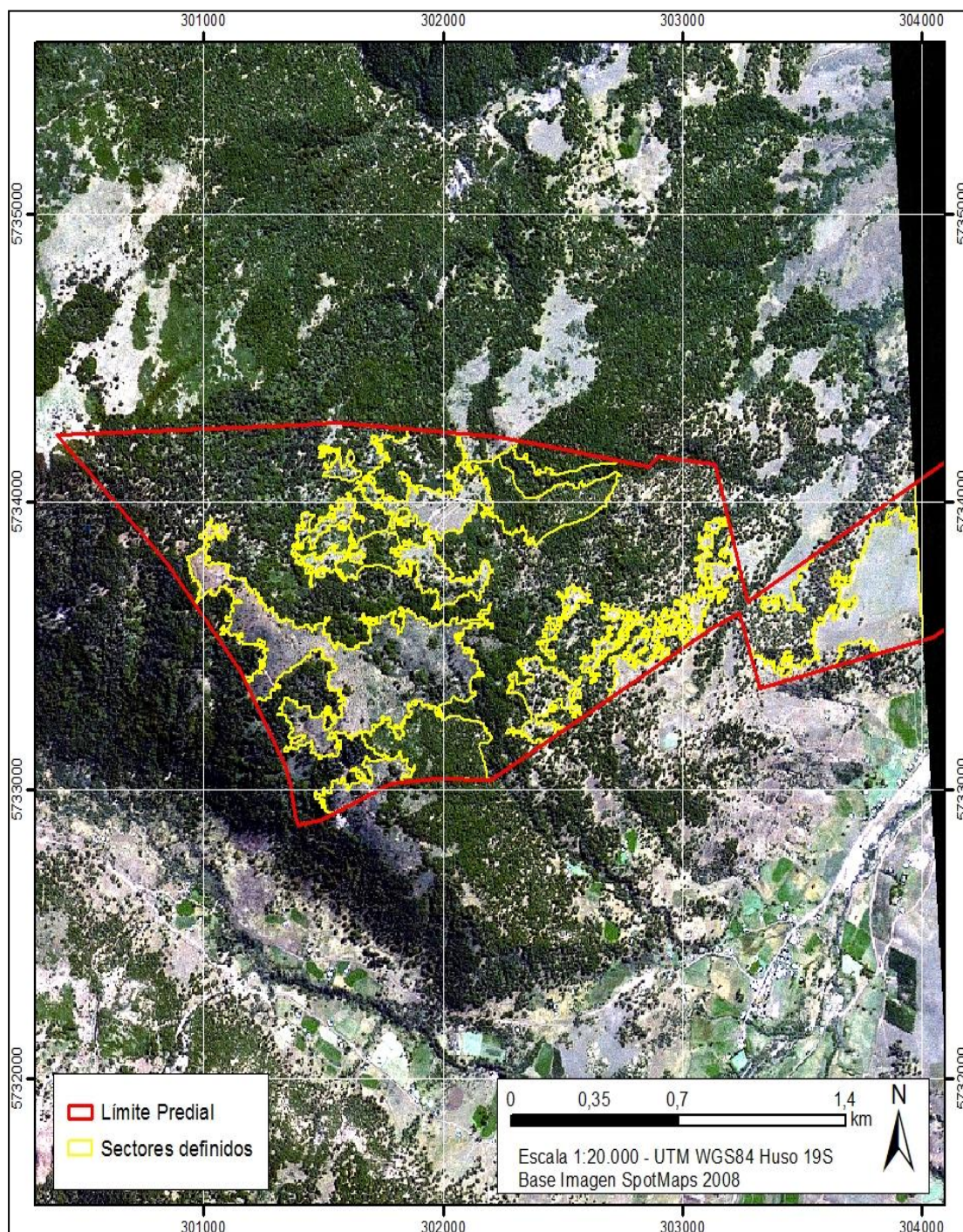
Lolco



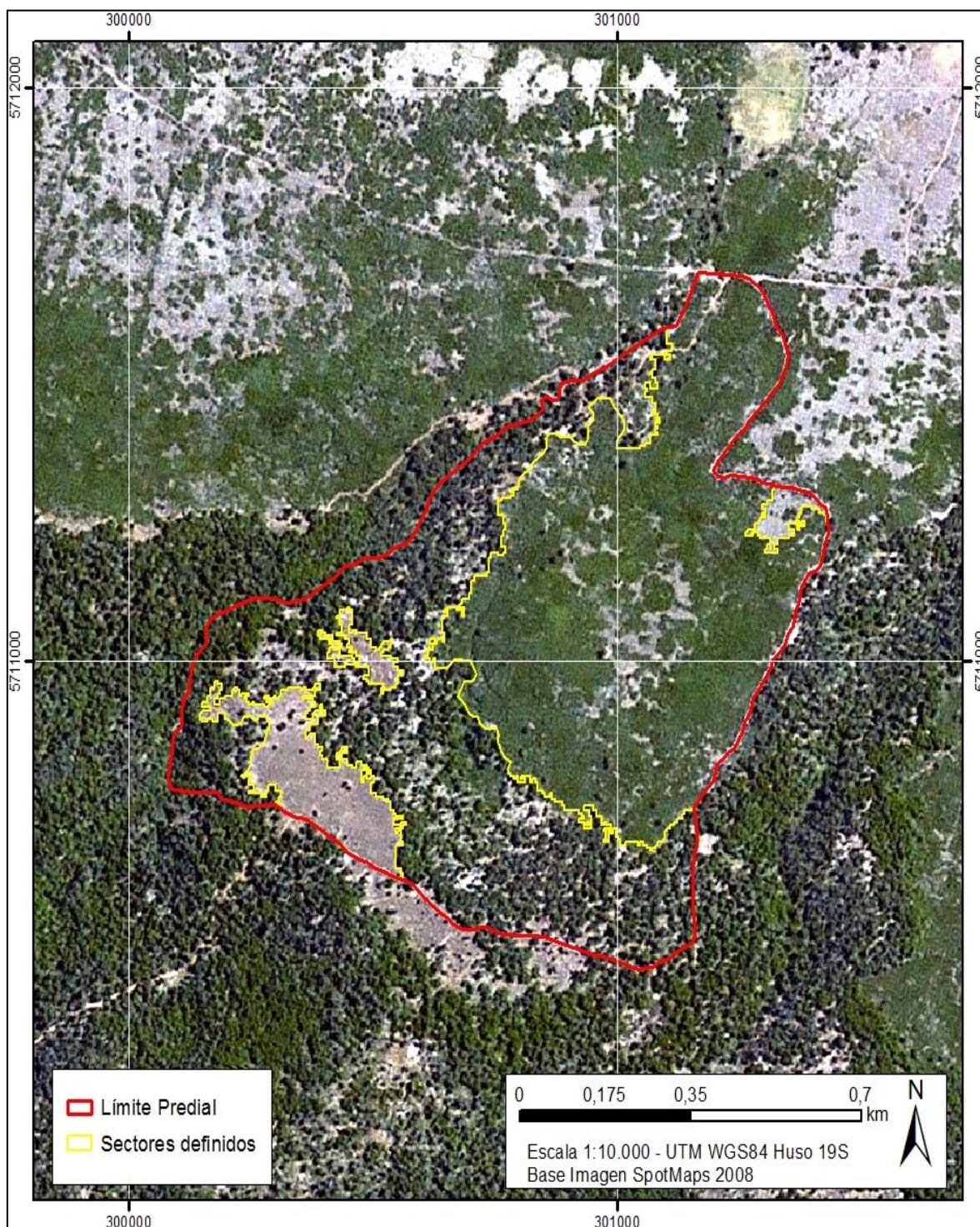
### El indio



### Pino Huacho

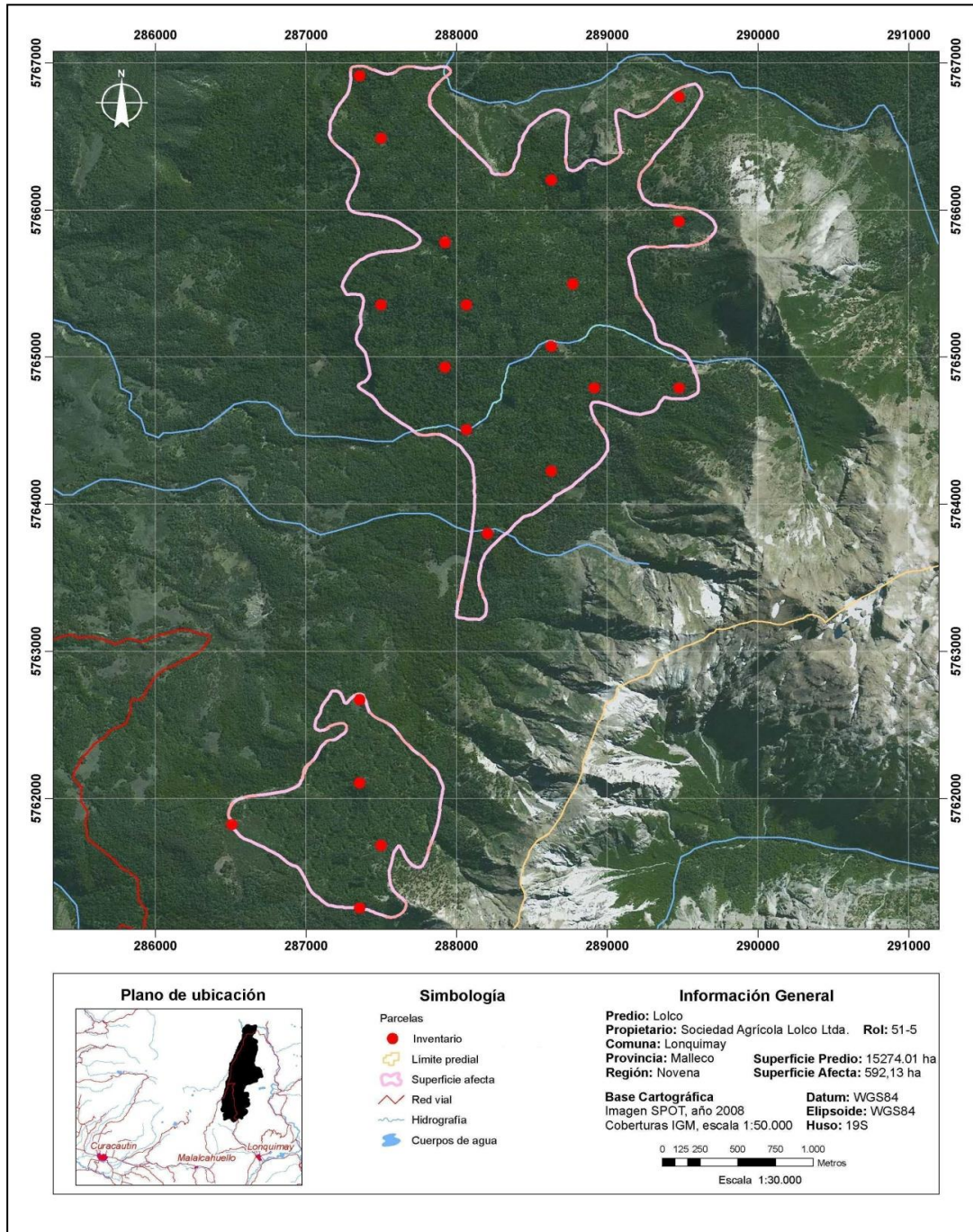


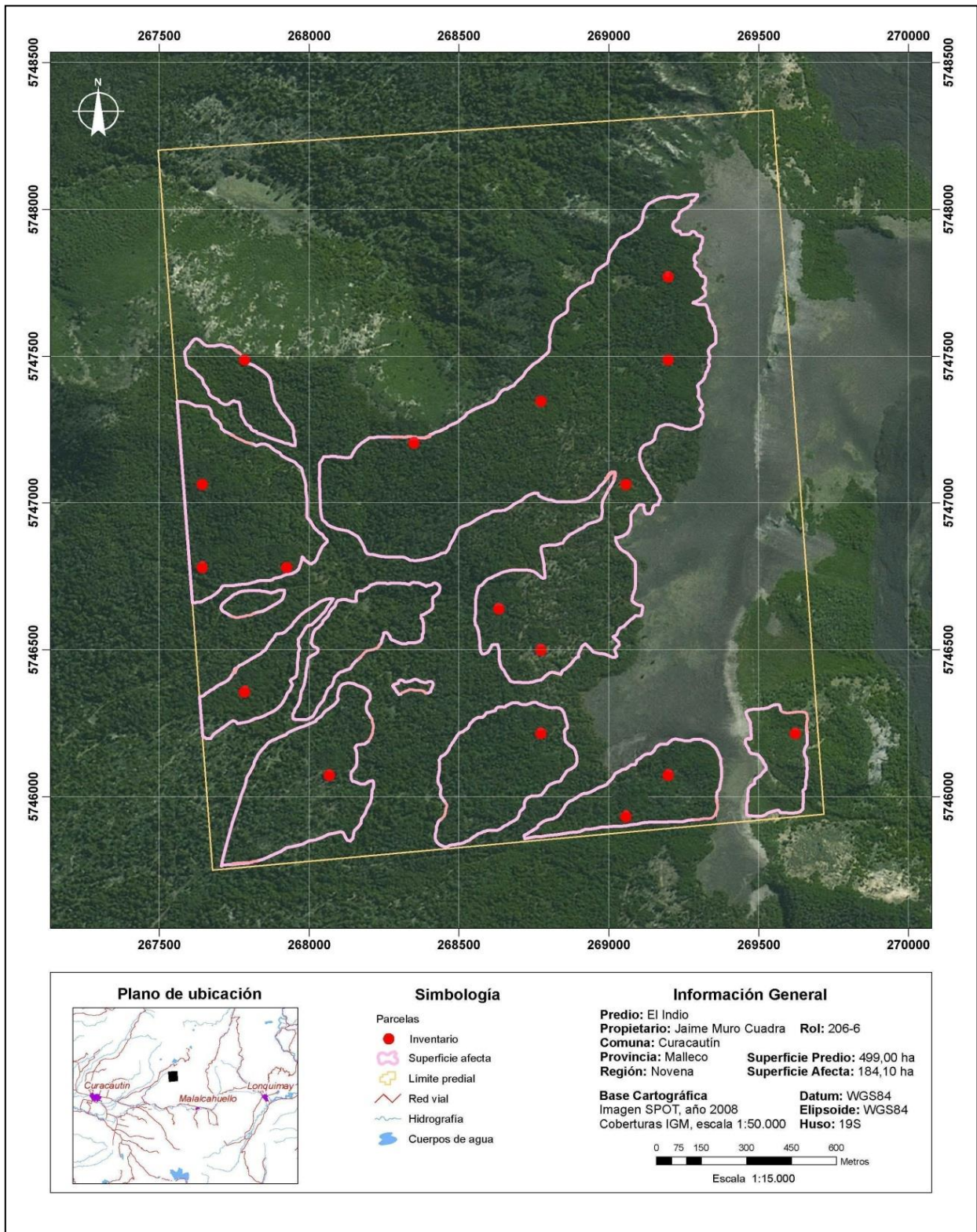
### Hijuela 12



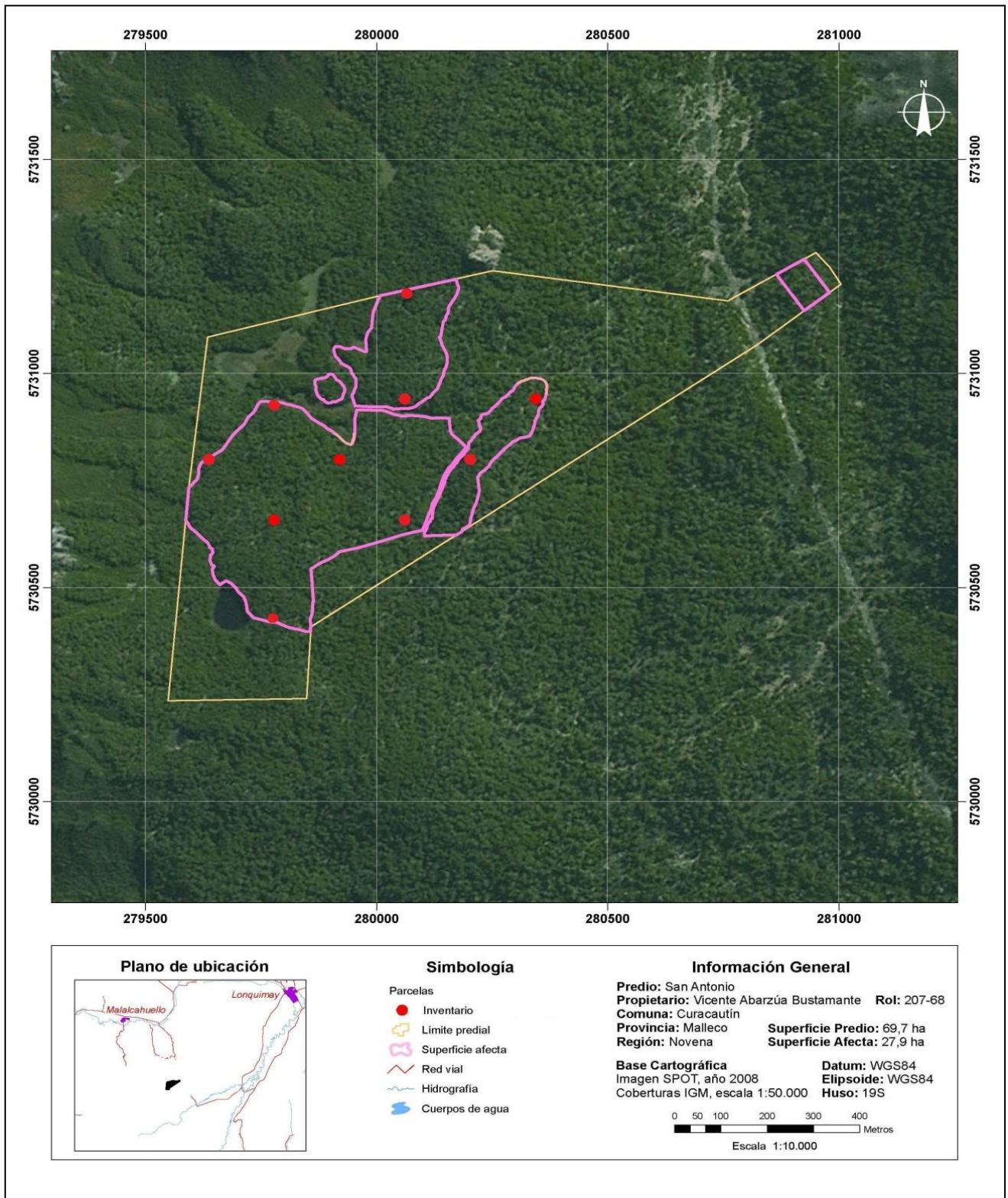
Anexo II: Estructura, Riqueza y Diversidad.

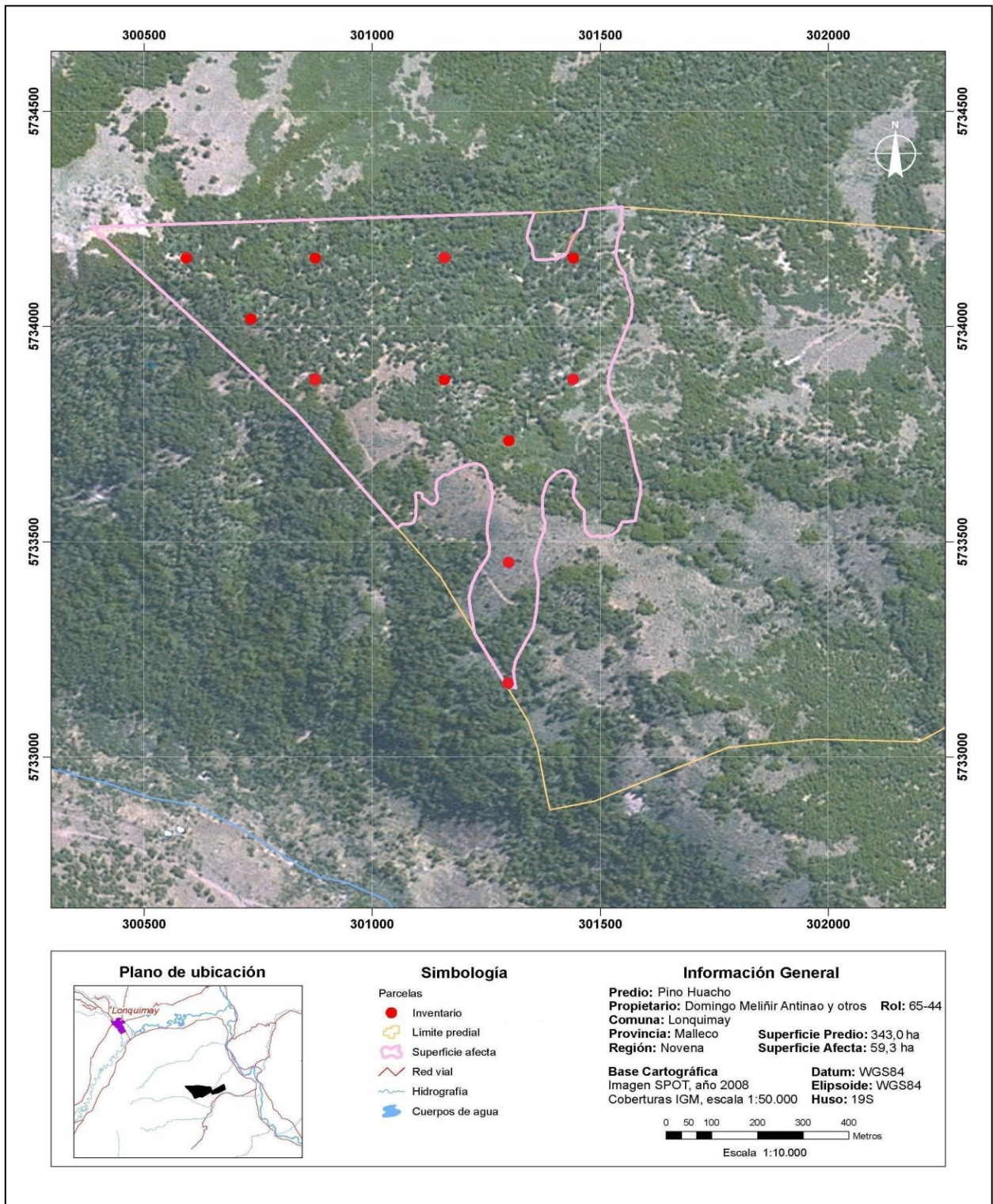
Imágenes SPOT (2008)











Formularios

PARCELA INVENTARIO FORESTAL TIPO FORESTAL ARAUCARIA											
N° Parcela		10		Coord. UTM (Datum WGS 84)		X	Y	Fecha		26/mar/09	
Predio		San Antonio				279,822	5,730,604	Sup. (m2) Parcela		1,000	
Comuna		Curacautin				Altitud (m)		Hr Inicio		10:45	
Cuadrilla		C3		N° Pto. GPS		4		Hr Término		11:10	
Integrantes		Sergio Morales - Hugo Torres - Jaime Vielma - Isabel Mery									
N°		Cuad.		Esp.		DAP (cm)		Estado		Forma	
1		1		Lenga		89		3		3	
2		1		Lenga		41		2		2	
3		1		Lenga		72		2		3	
4		1		Lenga		64		3		3	
5		1		Lenga		61		3		2	
6		2		Lenga		67		2		2	
7		2		Lenga		21		3		3	
8		2		Lenga		43		3		2	
9		3		Lenga		47		3		3	
10		3		Lenga		21		2		2	
11		3		Lenga		28		2		2	
12		3		Lenga		24		2		2	
13		3		Lenga		35		2		2	
14		3		Lenga		23		3		2	
15		3		Lenga		22		2		2	
16		3		Lenga		29		3		2	
17		4		Lenga		44		2		2	
18		4		Lenga		62		2		2	
19		4		Lenga		118		3		3	
20		4		Lenga		58		2		2	
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											

Araucarias en pie (vivas)					
N°	Cuad.	DAP (cm)	Trozas	Estado	Forma
1	1	58	2	1	2
2	1	38	0	1	1
3	1	18	0	1	1
4	1	14	0	1	1
5	1	24	0	1	1
6	2	22	0	2	2
7	2	126	3	2	1
8	2	134	2	3	2
9	3	31	0	2	2
10	3	32	0	2	2
11	3	138	3	2	2
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					

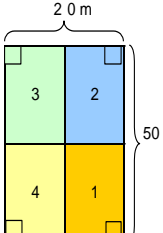
  

Otras Especies					
N°	Cuad.	Esp.	DAP (cm)	Estado	Forma
1	1	Lenga	89	3	3
2	1	Lenga	41	2	2
3	1	Lenga	72	2	3
4	1	Lenga	64	3	3
5	1	Lenga	61	3	2
6	2	Lenga	67	2	2
7	2	Lenga	21	3	3
8	2	Lenga	43	3	2
9	3	Lenga	47	3	3
10	3	Lenga	21	2	2
11	3	Lenga	28	2	2
12	3	Lenga	24	2	2
13	3	Lenga	35	2	2
14	3	Lenga	23	3	2
15	3	Lenga	22	2	2
16	3	Lenga	29	3	2
17	4	Lenga	44	2	2
18	4	Lenga	62	2	2
19	4	Lenga	118	3	3
20	4	Lenga	58	2	2
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					

Tocón Araucaria			
N°	Cuad.	DAT	Año Aprox. Corta
1	4	144	88-89
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			



Regeneración Araucaria (2x2 m2) - N° Plantas				
Altura	1	2	3	4
0,0 - 0,5 m.	7		5	
0,6 - 1,5 m.	1		0	
> 1,5 m.	0		2	
Otras Sp	7Le			1Le

Juveniles fuera parcela regeneración				
Altura	1	2	3	4
Mayor a 0,2 m.	28	51	38	11

Observaciones	
Abundante regeneración de Araucaria, se observa un sector con explotación, con tránsito de ganado, alta presencia de canelo enano y quila.	
No hay extracción de piñones.	
La muestra de tarugo se extrajo de la Araucaria N°8 (dap: 126cm, waypoint: tar 10)	

Parcela	Predio	Comuna	Coordenadas U.T.M. WGS84		Altitud m.s.n.m.
			X	Y	
SA-1	San Antonio	Curacautín	280.073	5.731.213	1523
SA-2	San Antonio	Curacautín	280.084	5.731.008	1508
SA-3	San Antonio	Curacautín	279.922	5.731.066	1507
SA-4	San Antonio	Curacautín	279.990	5.730.876	1506
SA-5	San Antonio	Curacautín	280.018	5.730.712	1559
SA-6	San Antonio	Curacautín	279.801	5.730.753	1572
SA-7	San Antonio	Curacautín	279.661	5.730.735	1580
SA-8	San Antonio	Curacautín	279.822	5.730.604	1573
SA-9	San Antonio	Curacautín	279.677	5.730.587	1468
SA-10	San Antonio	Curacautín	279.825	5.730.450	1510
PH-1	Pino Huacho	Lonquimay	300.495	5.733.978	1621
PH-2	Pino Huacho	Lonquimay	300.566	5.733.953	1608
PH-3	Pino Huacho	Lonquimay	300.664	5.734.143	1663
PH-4	Pino Huacho	Lonquimay	300.854	5.733.954	1615
PH-5	Pino Huacho	Lonquimay	300.854	5.734.144	1614
PH-6	Pino Huacho	Lonquimay	301.041	5.733.943	1581
PH-7	Pino Huacho	Lonquimay	301.050	5.734.154	1545
PH-8	Pino Huacho	Lonquimay	301.254	5.733.938	1531
PH-9	Pino Huacho	Lonquimay	301.253	5.734.155	1575
PH-10	Pino Huacho	Lonquimay	301.451	5.733.952	1483
PH-11	Pino Huacho	Lonquimay	301.436	5.734.199	1425
EI-1	El Indio	Curacautín	269.011	5.745.743	1669
EI-2	El Indio	Curacautín	268.107	5.746.016	1531
EI-3	El Indio	Curacautín	268.419	5.746.012	1571
EI-4	El Indio	Curacautín	268.719	5.746.049	1627
EI-5	El Indio	Curacautín	269.294	5.746.077	1720
EI-6	El Indio	Curacautín	268.093	5.746.308	1556
EI-7	El Indio	Curacautín	268.691	5.746.347	1651
EI-8	El Indio	Curacautín	268.672	5.746.646	1650
EI-9	El Indio	Curacautín	268.058	5.746.905	1528
EI-10	El Indio	Curacautín	268.332	5.746.939	1577
EI-11	El Indio	Curacautín	268.653	5.746.945	1666
EI-12	El Indio	Curacautín	268.952	5.746.965	1706
EI-13	El Indio	Curacautín	268.063	5.747.176	1580
EI-14	El Indio	Curacautín	268.621	5.747.239	1679
EI-15	El Indio	Curacautín	268.932	5.747.264	1712
EI-16	El Indio	Curacautín	268.913	5.747.563	1722
EI-17	El Indio	Curacautín	269.212	5.747.583	1781

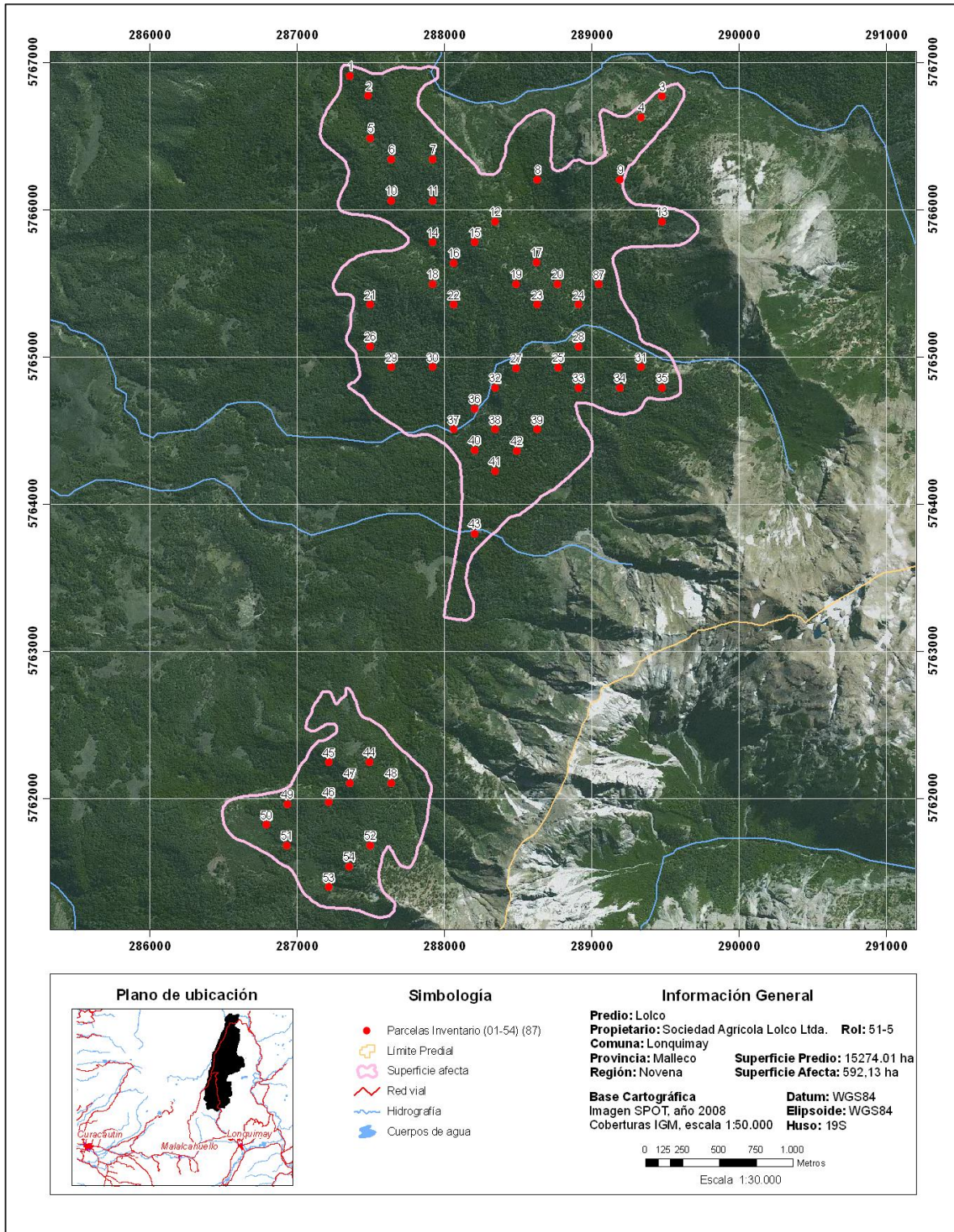
Parcela	Predio	Comuna	Coordenadas U.T.M. WGS84		Altitud
			X	Y	m.s.n.m.
H-1	Hijuela 12	Lonquimay	300.281	5.710.953	1423
H-2	Hijuela 12	Lonquimay	300.448	5.711.004	1408
H-3	Hijuela 12	Lonquimay	300.620	5.710.731	1471
H-4	Hijuela 12	Lonquimay	300.601	5.710.877	1436
H-5	Hijuela 12	Lonquimay	300.602	5.711.028	1407
H-6	Hijuela 12	Lonquimay	300.586	5.711.185	1377
H-7	Hijuela 12	Lonquimay	300.769	5.710.751	1458
H-8	Hijuela 12	Lonquimay	300.727	5.711.321	1352
L-9	Lolco	Lonquimay	288.889	5.765.775	1468
L-10	Lolco	Lonquimay	289.258	5.765.864	1571
L-11	Lolco	Lonquimay	287.490	5.765.298	1424
L-12	Lolco	Lonquimay	287.944	5.765.326	1492
L-13	Lolco	Lonquimay	288.394	5.765.364	1506
L-14	Lolco	Lonquimay	288.838	5.765.391	1509
L-15	Lolco	Lonquimay	287.956	5.764.890	1390
L-16	Lolco	Lonquimay	288.439	5.764.907	1429
L-17	Lolco	Lonquimay	288.874	5.764.940	1471
L-18	Lolco	Lonquimay	289.318	5.764.950	1555
L-19	Lolco	Lonquimay	288.445	5.764.462	1390
L-20	Lolco	Lonquimay	288.902	5.764.500	1458
L-21	Lolco	Lonquimay	288.475	5.764.010	1410
H-1	Hijuela 12	Lonquimay	300.281	5.710.953	1423
H-2	Hijuela 12	Lonquimay	300.448	5.711.004	1408
H-3	Hijuela 12	Lonquimay	300.620	5.710.731	1471
H-4	Hijuela 12	Lonquimay	300.601	5.710.877	1436
H-5	Hijuela 12	Lonquimay	300.602	5.711.028	1407
H-6	Hijuela 12	Lonquimay	300.586	5.711.185	1377
H-7	Hijuela 12	Lonquimay	300.769	5.710.751	1458
H-8	Hijuela 12	Lonquimay	300.727	5.711.321	1352
H-9	Hijuela 12	Lonquimay	300.928	5.710.605	1476
H-10	Hijuela 12	Lonquimay	301.077	5.710.610	1455

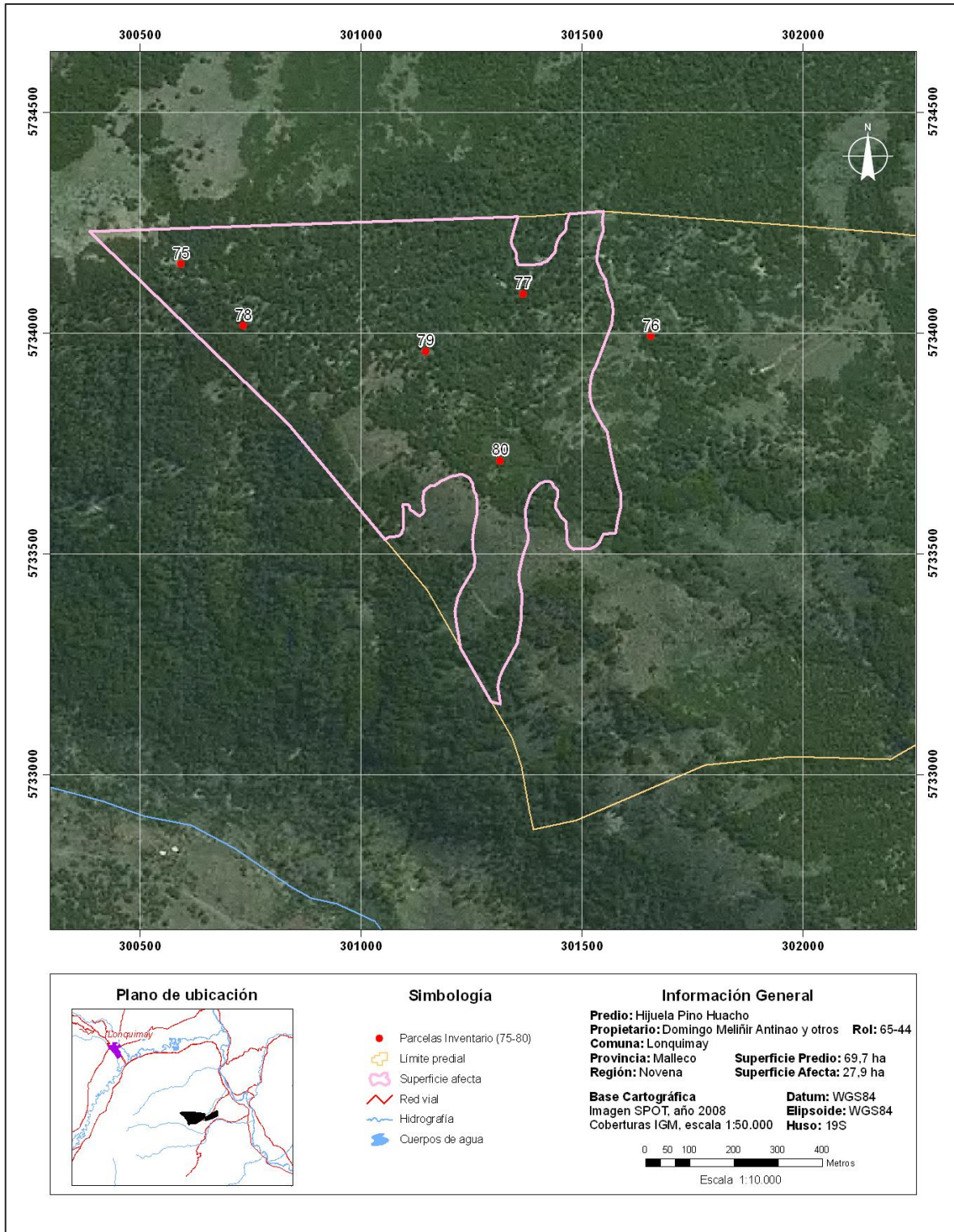
## Tablas de Rodal y Existencias

Predio	Coordenadas	Tabla de Existencias								
		Araucaria		Coigüe		Lenga		Roble		
		Densidad (n°)	A. Basal (m2)	Densidad (n°)	A. Basal (m2)	Densidad (n°)	A. Basal (m2)	Densidad (n°)	A. Basal (m2)	
El Indio	269.011	5.745.743	100	18,98	160	45,3	20	3,0	-	-
El Indio	268.107	5.746.016	10	2,12	100	53,7	-	-	-	-
El Indio	268.419	5.746.012	20	2,27	-	-	370	43,0	-	-
El Indio	268.719	5.746.049	50	5,09	10	1,0	280	53,2	-	-
El Indio	269.294	5.746.077	270	63,19	-	-	250	34,2	-	-
El Indio	268.093	5.746.308	-	-	-	-	370	34,9	-	-
El Indio	268.691	5.746.347	70	18,09	-	-	60	9,3	-	-
El Indio	268.672	5.746.646	330	88,22	60	66,1	110	8,8	-	-
El Indio	268.058	5.746.905	20	12,50	-	-	150	5,8	-	-
El Indio	268.332	5.746.939	60	9,50	-	-	40	5,9	-	-
El Indio	268.653	5.746.945	270	55,12	-	-	300	56,5	-	-
El Indio	268.952	5.746.965	40	1,60	-	-	180	21,7	-	-
El Indio	268.063	5.747.176	40	8,43	-	-	310	8,7	-	-
El Indio	268.621	5.747.239	-	-	-	-	650	26,9	-	-
El Indio	268.932	5.747.264	70	2,56	-	-	240	36,1	-	-
El Indio	268.913	5.747.563	140	8,00	-	-	220	48,5	-	-
El Indio	269.212	5.747.583	50	8,31	-	-	160	10,0	-	-
Hijuela 12	300.281	5.710.953	340	28,89	-	-	470	42,5	-	-
Hijuela 12	300.448	5.711.004	240	30,43	-	-	460	48,7	-	-
Hijuela 12	300.620	5.710.731	10	2,29	-	-	10	2,6	-	-
Hijuela 12	300.601	5.710.877	230	33,03	-	-	-	-	-	-
Hijuela 12	300.602	5.711.028	140	20,26	-	-	170	28,0	-	-
Hijuela 12	300.586	5.711.185	110	43,55	-	-	110	29,9	-	-
Hijuela 12	300.769	5.710.751	20	7,20	-	-	80	13,2	-	-
Hijuela 12	300.727	5.711.321	240	78,21	-	-	20	0,5	-	-
Hijuela 12	300.928	5.710.605	410	30,79	-	-	80	18,8	-	-
Hijuela 12	301.077	5.710.610	230	35,42	-	-	20	2,0	-	-
Lolco	286.826	5.761.650	40	15,09	-	-	80	7,5	-	-
Lolco	287.287	5.761.672	-	-	-	-	60	3,5	-	-
Lolco	287.403	5.766.644	20	3,50	100	19,9	140	20,7	-	-
Lolco	287.432	5.766.192	90	26,47	10	5,5	210	28,7	60	4,7
Lolco	287.881	5.766.225	510	54,76	-	-	100	4,5	-	-
Lolco	289.225	5.766.313	10	0,35	-	-	550	27,5	-	-
Lolco	287.907	5.765.775	150	22,39	-	-	-	-	-	-
Lolco	288.352	5.765.798	180	26,87	-	-	400	30,1	-	-
Lolco	288.889	5.765.775	-	-	300	21,3	100	7,2	-	-
Lolco	289.258	5.765.864	100	18,03	10	0,7	40	2,3	-	-
Lolco	287.490	5.765.298	10	3,63	-	-	110	83,2	-	-
Lolco	287.944	5.765.326	90	14,62	-	-	360	21,5	-	-
Lolco	288.394	5.765.364	30	4,28	-	-	-	-	240	44,3
Lolco	288.838	5.765.391	310	25,30	-	-	210	21,0	-	-
Lolco	287.956	5.764.890	50	40,98	-	-	80	17,3	-	-
Lolco	288.439	5.764.907	40	14,18	-	-	40	4,1	-	-
Lolco	288.874	5.764.940	190	35,08	170	40,2	-	-	-	-
Lolco	289.318	5.764.950	60	17,92	140	78,1	10	3,3	-	-
Lolco	288.445	5.764.462	80	27,97	-	-	290	19,9	-	-
Lolco	288.902	5.764.500	110	7,93	-	-	140	16,8	-	-
Lolco	288.475	5.764.010	50	8,43	110	17,1	70	8,5	-	-
Pino Huacho	300.495	5.733.978	200	129,97	-	-	130	32,7	-	-
Pino Huacho	300.566	5.733.953	200	60,13	210	54,6	-	-	-	-
Pino Huacho	300.664	5.734.143	380	50,33	-	-	100	28,5	-	-
Pino Huacho	300.854	5.733.954	250	69,40	-	-	160	36,3	-	-
Pino Huacho	300.854	5.734.144	180	65,55	-	-	50	20,7	-	-
Pino Huacho	301.041	5.733.943	90	48,32	-	-	30	9,1	-	-
Pino Huacho	301.050	5.734.154	80	12,35	-	-	10	4,3	-	-
Pino Huacho	301.254	5.733.938	20	8,71	-	-	10	0,3	-	-
Pino Huacho	301.253	5.734.155	160	63,19	-	-	80	12,9	-	-
Pino Huacho	301.451	5.733.952	30	3,78	-	-	170	28,8	-	-
Pino Huacho	301.436	5.734.199	280	92,00	-	-	20	6,2	-	-
San Antonio	280.073	5.731.213	10	15,17	-	-	90	40,5	-	-
San Antonio	280.084	5.731.008	40	22,15	-	-	-	-	-	-
San Antonio	279.922	5.731.066	70	38,79	-	-	230	44,6	-	-
San Antonio	279.990	5.730.876	80	11,70	-	-	130	47,3	-	-
San Antonio	280.018	5.730.712	10	0,08	-	-	370	40,5	-	-
San Antonio	279.801	5.730.753	50	2,78	-	-	270	28,9	-	-
San Antonio	279.661	5.730.735	190	55,89	-	-	130	44,9	-	-
San Antonio	279.822	5.730.604	110	48,10	-	-	220	46,8	-	-
San Antonio	279.677	5.730.587	90	43,58	-	-	150	56,6	-	-
San Antonio	279.825	5.730.450	40	17,26	-	-	200	46,8	-	-

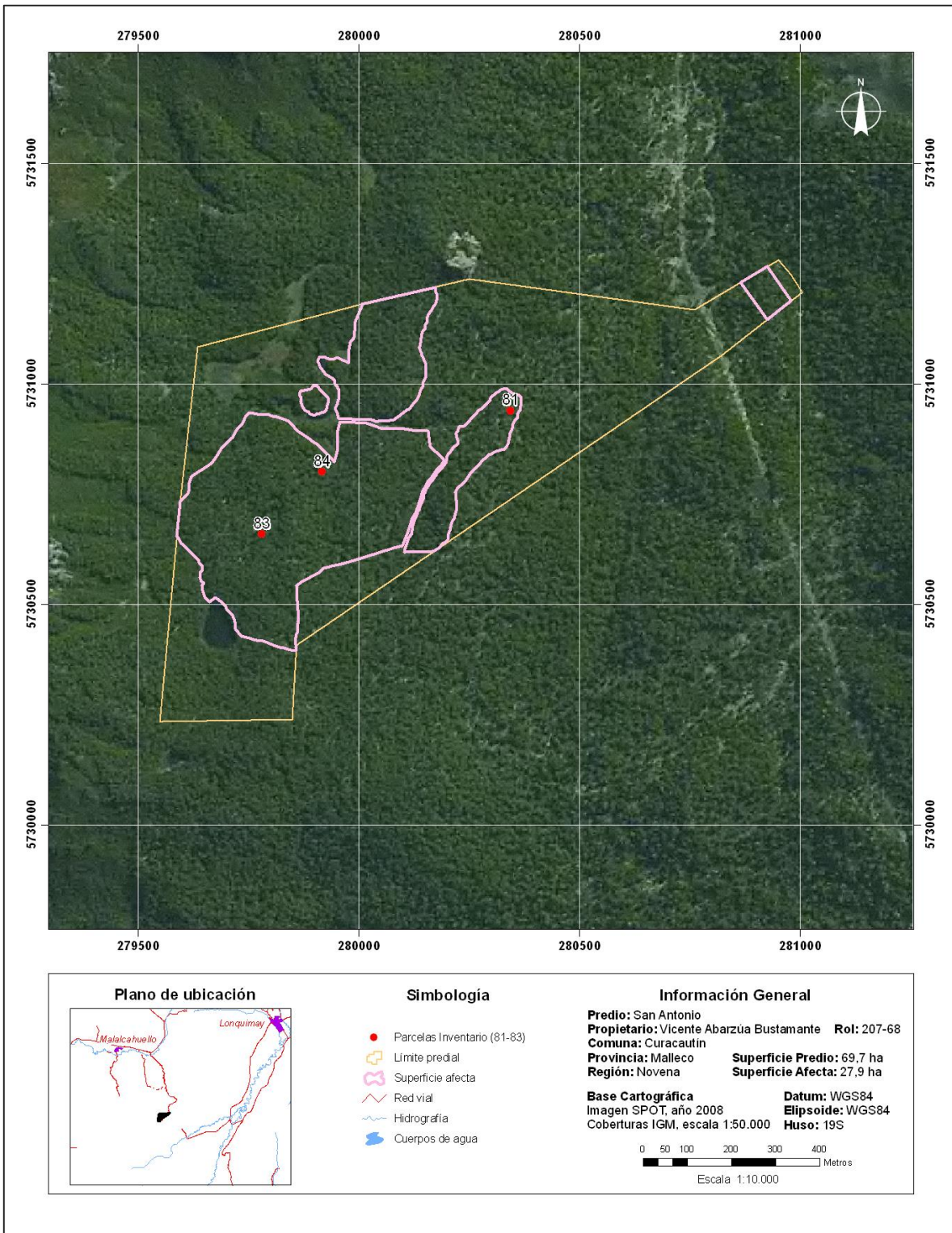
Anexo III: Silvicultura

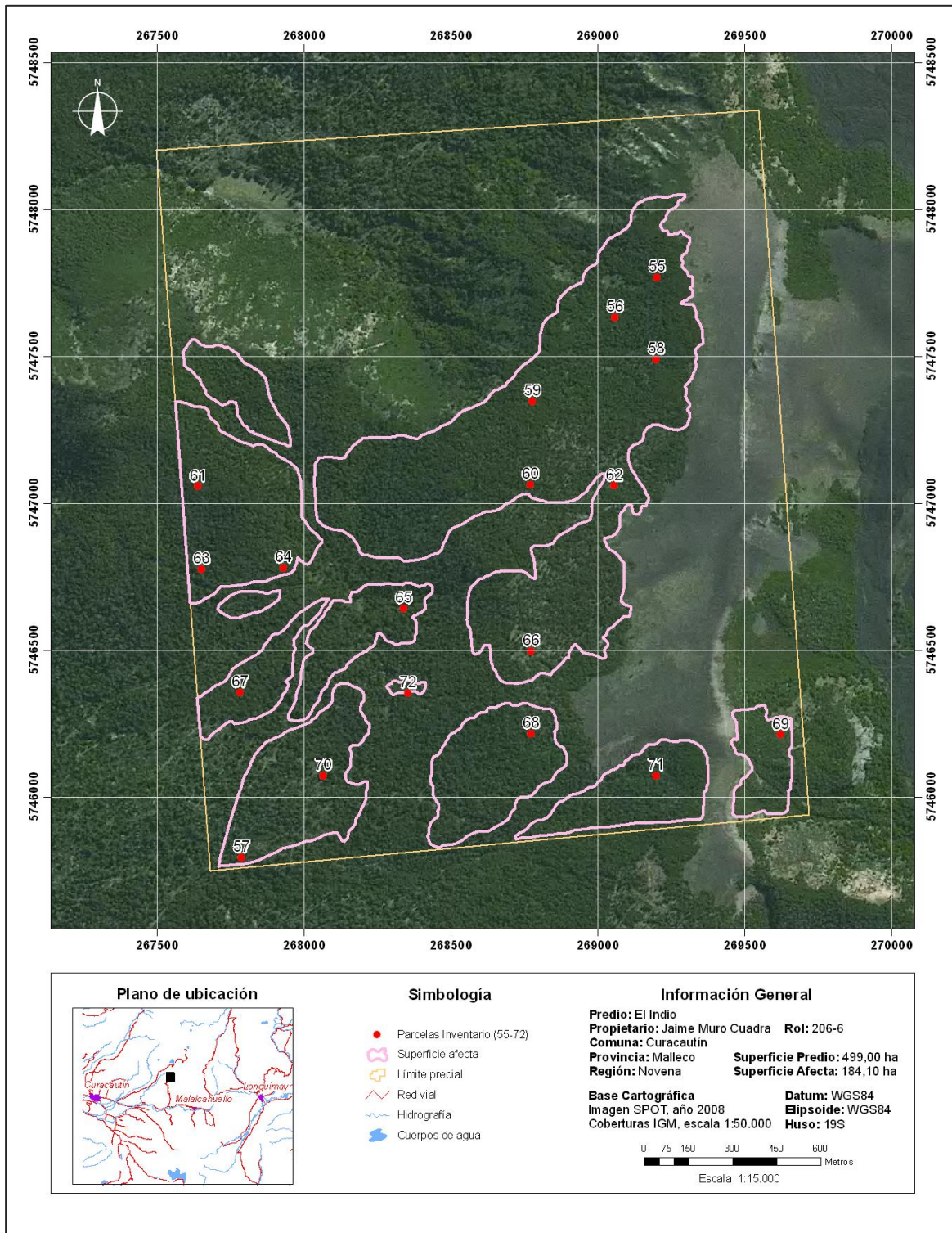
Imágenes SPOT (2008)

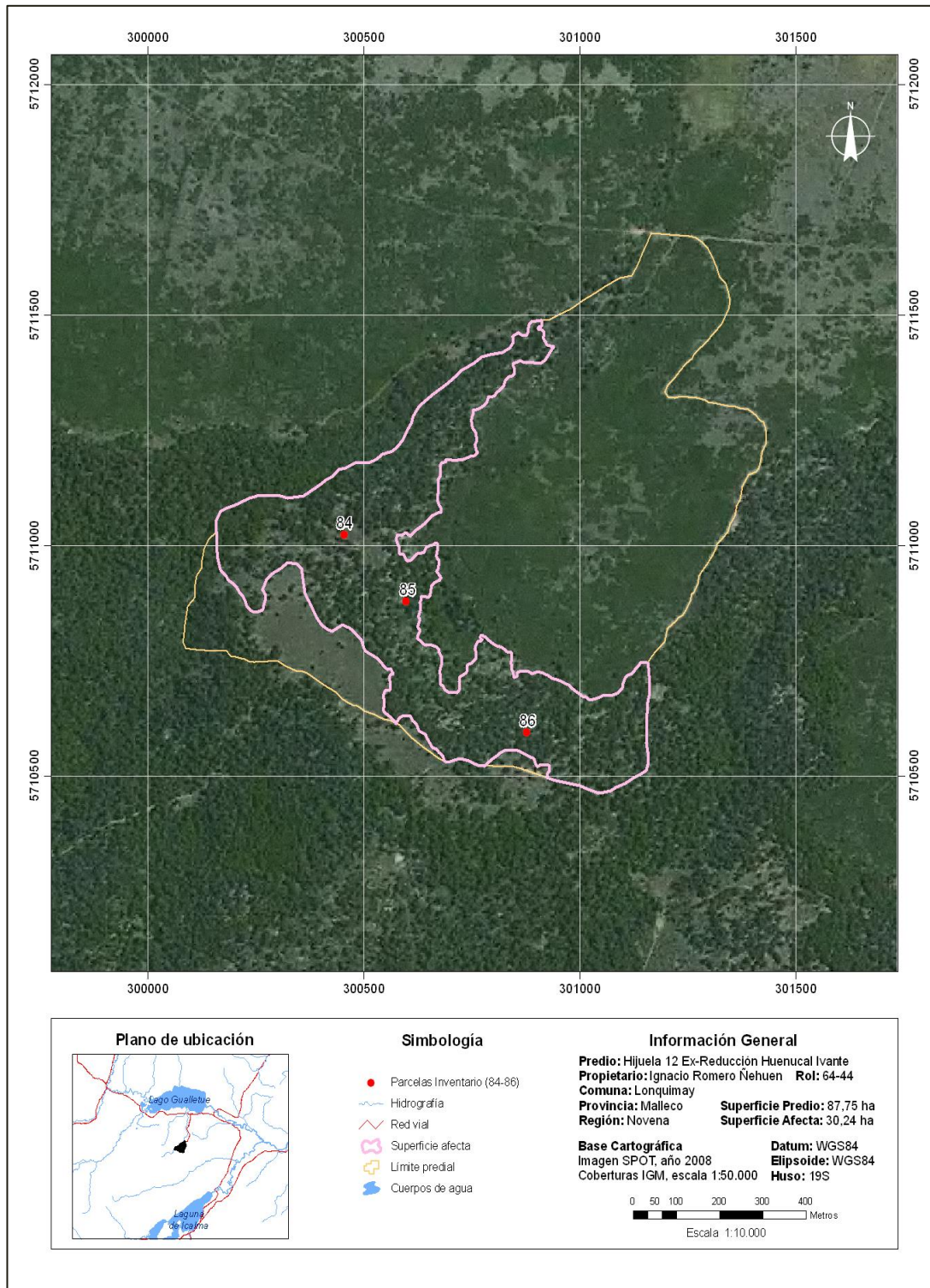












## Ubicación de parcelas

## Ubicación de parcelas

Ubicación de Parcelas					
Predio	Coordenadas UTM		DATUM (WGS84)		Altitud
	Comuna	x	y		
P. Huacho	Lonquimay	300.566	5.733.953		1.604
P. Huacho	Lonquimay	300.664	5.734.143		1.661
P. Huacho	Lonquimay	300.854	5.733.954		1.603
P. Huacho	Lonquimay	300.854	5.734.144		1.602
P. Huacho	Lonquimay	301.041	5.733.943		1.576
P. Huacho	Lonquimay	301.050	5.734.154		1.529
P. Huacho	Lonquimay	301.254	5.733.938		1.516
P. Huacho	Lonquimay	301.253	5.734.155		1.438
P. Huacho	Lonquimay	301.451	5.733.952		1.471
P. Huacho	Lonquimay	301.436	5.734.199		1.412
Lolco	Lonquimay	286.826	5.761.650		-
Lolco	Lonquimay	287.287	5.761.672		1.502
Lolco	Lonquimay	287.403	5.766.644		1.370
Lolco	Lonquimay	287.432	5.766.192		1.390
Lolco	Lonquimay	287.881	5.766.225		1.390
Lolco	Lonquimay	289.225	5.766.313		1.450
Lolco	Lonquimay	287.907	5.765.775		1.581
Lolco	Lonquimay	288.352	5.765.798		1.463
Lolco	Lonquimay	288.889	5.765.775		1.524
Lolco	Lonquimay	289.258	5.765.864		1.455
Lolco	Lonquimay	287.490	5.765.298		1.360
Lolco	Lonquimay	287.944	5.765.326		1.512
Lolco	Lonquimay	288.394	5.765.364		1.514
Lolco	Lonquimay	288.838	5.765.391		1.491
Lolco	Lonquimay	287.531	5.764.829		1.383
Lolco	Lonquimay	287.956	5.764.890		1.363
Lolco	Lonquimay	288.439	5.764.907		1.430
Lolco	Lonquimay	288.874	5.764.940		1.459
Lolco	Lonquimay	289.318	5.764.950		1.540
Lolco	Lonquimay	287.993	5.764.434		1.305
Lolco	Lonquimay	288.445	5.764.462		1.379
Lolco	Lonquimay	288.902	5.764.500		1.471
Lolco	Lonquimay	288.475	5.764.010		-

Ubicación de Parcelas				
Predio	Coordenadas UTM		DATUM WGS84	
	Comuna	x	y	Altitud
Hijuela 12	Lonquimay	300281	5710953	1329
Hijuela 12	Lonquimay	300448	5711004	1401
Hijuela 12	Lonquimay	300620	5710731	1451
Hijuela 12	Lonquimay	300601	5710877	1427
Hijuela 12	Lonquimay	300602	5711028	1402
Hijuela 12	Lonquimay	300586	5711185	1370
Hijuela 12	Lonquimay	300769	5710751	1451
Hijuela 12	Lonquimay	300727	5711321	1345
Hijuela 12	Lonquimay	300928	5710605	1469
Hijuela 12	Lonquimay	301077	5710610	1452
El Indio	Curacautin	269011	5745743	1665
El Indio	Curacautin	275420	5746016	1518
El Indio	Curacautin	268419	5746012	1562
El Indio	Curacautin	268719	5746049	1621
El Indio	Curacautin	269294	5746077	1718
El Indio	Curacautin	267794	5746288	1475
El Indio	Curacautin	268093	5746308	1540
El Indio	Curacautin	268691	5746347	1640
El Indio	Curacautin	268572	5746646	1650
El Indio	Curacautin	267752	5746896	1554
El Indio	Curacautin	268058	5746905	1515
El Indio	Curacautin	268332	5746939	1566
El Indio	Curacautin	268653	5746945	1660
El Indio	Curacautin	268952	5746965	1690
El Indio	Curacautin	268063	5747176	1577
El Indio	Curacautin	268621	5747239	1672
El Indio	Curacautin	268932	5747264	1700
El Indio	Curacautin	269212	5747583	1700
El Indio	Curacautin	269186	5747982	1820
S. Antonio	Lonquimay	280073	5731213	1404
S. Antonio	Lonquimay	280084	5731008	1514
S. Antonio	Lonquimay	279922	5731066	1502
S. Antonio	Lonquimay	279990	5730876	1511
S. Antonio	Lonquimay	280018	5730712	1504
S. Antonio	Lonquimay	279801	5730753	1534
S. Antonio	Lonquimay	279661	5730735	1553
S. Antonio	Lonquimay	279822	5730604	1564
S. Antonio	Lonquimay	279677	5730587	1571
S. Antonio	Lonquimay	279825	5730450	1573

Tablas de Rodal y Existencias

TABLA DE RODAL Y EXISTENCIA															
FUNDO :	LOLCO														
RODAL	TIPO FORESTAL: ARAUCARIA														
D.A.P. (cm)	DENSIDAD TOTAL (arb./ha)					ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)					VOLUMEN BRUTO (m <sup>3</sup> /ha)				
	ESPECIE 1 ARAUCARIA	ESPECIE 2 LENNA	ESPECIE 3 COGUE	OTRAS	TOTAL	ESPECIE 1 ARAUCARIA	ESPECIE 2 LENNA	ESPECIE 3 COGUE	OTRAS	TOTAL	ESPECIE 1 ARAUCARIA	ESPECIE 2 LENNA	ESPECIE 3 COGUE	OTRAS	TOTAL
10	9,107	13,929	2,957	2,145	23,038	0,072	0,109	0,022	0,017	0,220	0,944	1,739	0,037	0,001	2,498
12	9,293	13,983	3,393	1,429	21,607	0,065	0,203	0,033	0,019	0,267	0,991	2,429	0,130	0,042	3,261
14	9,221	16,739	6,179	1,799	25,671	0,161	0,269	0,080	0,027	0,477	0,882	2,990	0,272	0,082	3,929
16	9,799	13,383	6,714	1,071	20,969	0,109	0,299	0,116	0,022	0,642	0,703	2,090	0,399	0,074	3,266
18	9,760	9,299	4,645	0,567	15,039	0,095	0,239	0,119	0,009	0,469	0,479	1,914	0,416	0,037	2,542
20	9,671	10,993	9,760	0,993	19,107	0,112	0,242	0,119	0,023	0,600	0,666	2,067	0,426	0,120	3,193
22	6,179	9,494	2,321	0,179	17,144	0,197	0,390	0,099	0,007	0,692	0,931	2,031	0,393	0,000	3,346
24	4,299	9,009	4,107	0,714	17,144	0,194	0,394	0,199	0,002	0,779	0,919	1,973	0,732	0,147	3,770
26	2,600	9,009	4,299	0,179	16,000	0,193	0,427	0,233	0,009	0,799	0,939	2,200	0,947	0,044	3,990
28	9,009	7,967	1,994	0,567	19,214	0,197	0,494	0,121	0,022	0,914	0,919	2,474	0,629	0,104	4,029
30	2,145	9,009	1,994	0,567	12,600	0,191	0,699	0,139	0,026	0,994	0,770	2,977	0,933	0,122	4,402
32	1,907	9,214	1,429	0,179	11,429	0,129	0,691	0,116	0,014	0,919	0,972	3,039	0,674	0,070	4,692
34	2,600	9,907	1,799	0,993	11,799	0,207	0,900	0,192	0,091	1,070	1,219	2,997	0,799	0,099	5,299
36	2,145	6,179	0,993	0,000	9,214	0,219	0,627	0,091	-	0,939	1,201	2,694	0,429	0,000	4,191
38	1,071	6,967	1,907	0,567	9,399	0,122	0,909	0,192	0,041	0,962	0,937	2,969	0,939	0,204	4,799
40	1,907	4,945	2,321	0,000	9,671	0,202	0,693	0,292	-	1,077	1,197	2,941	1,903	-	6,941
42	2,145	2,145	1,260	0,000	6,999	0,297	0,297	0,173	0,000	0,797	1,809	1,393	0,939	0,000	4,199
44	1,429	9,671	1,071	0,179	9,293	0,271	0,643	0,193	0,027	0,990	1,397	2,927	0,902	0,079	5,204
46	1,994	2,321	0,567	0,000	4,945	0,329	0,329	0,099	0,000	0,772	2,099	1,939	0,329	-	4,329
48	1,907	2,979	0,993	0,000	6,179	0,291	0,499	0,192	0,000	0,937	1,744	2,997	0,932	0,000	5,099
60	2,921	9,214	0,567	0,000	6,999	0,499	0,911	0,070	0,000	1,197	2,994	3,290	0,412	0,000	6,939
62	1,429	0,714	0,567	0,000	2,600	0,303	0,192	0,079	-	0,591	2,094	0,771	0,493	0,000	3,299
64	0,714	0,993	0,639	0,000	2,145	0,194	0,204	0,123	0,000	0,491	1,122	1,022	0,746	0,000	2,999
66	2,145	1,429	0,179	0,000	3,793	0,393	0,392	0,044	0,000	0,924	3,979	1,972	0,271	-	6,919
68	1,260	0,567	0,179	0,000	1,799	0,300	0,094	0,047	-	0,472	2,299	0,491	0,296	0,000	3,099
69	2,600	1,907	0,567	0,000	4,994	0,707	0,494	0,101	-	1,292	0,940	2,949	2,949	0,000	7,949
82	1,071	2,145	0,639	0,000	3,793	0,303	0,947	0,192	-	1,122	2,944	3,499	1,029	0,000	9,917
84	1,260	1,799	0,179	0,179	3,399	0,402	0,674	0,097	0,097	1,091	2,929	3,119	0,373	0,399	9,722
86	0,993	1,799	0,714	-	3,399	0,306	0,911	0,244	-	1,191	2,279	3,499	1,729	0,000	7,499
88	0,639	0,714	-	-	1,260	0,199	0,299	-	0,000	0,494	1,497	1,412	-	-	2,909
70	1,071	0,639	0,639	-	2,145	0,412	0,209	0,209	-	0,929	1,149	1,994	1,499	0,000	5,799
72	0,567	0,993	0,714	0,000	1,994	0,146	0,394	0,291	-	0,900	1,272	1,939	1,967	0,000	5,197
74	0,993	0,639	0,639	-	1,994	0,394	0,230	0,230	0,000	0,949	3,191	1,239	1,972	-	6,291
76	0,714	0,639	0,639	0,000	1,799	0,243	0,243	0,243	0,000	0,910	2,404	1,944	1,979	0,000	5,724
78	0,179	0,179	0,179	0,000	0,639	0,099	0,099	0,099	-	0,299	0,907	0,494	0,690	0,000	1,994
80	0,993	1,071	0,179	0,000	2,145	0,499	0,639	0,090	-	1,077	4,143	0,990	0,847	-	3,041
82	0,567	0,179	0,179	-	0,714	0,199	0,094	0,094	-	0,777	1,900	0,692	0,999	-	2,719
84	1,260	0,179	0,567	0,000	1,799	0,993	0,099	0,199	0,000	0,990	6,927	0,647	1,409	0,000	7,991
86	0,179	-	0,179	-	0,567	0,104	-	0,104	-	0,207	0,919	-	0,999	-	1,914
88	0,714	0,567	0,567	-	1,429	0,464	0,217	0,217	-	0,999	4,149	0,939	1,999	0,000	9,939
90	0,567	0,567	0,714	-	1,429	0,227	0,227	0,494	-	0,909	1,997	1,999	3,299	0,000	9,924
92	0,714	0,179	0,567	0,000	1,260	0,479	0,119	0,207	-	0,931	4,727	0,919	1,991	-	7,273
94	0,993	-	-	-	0,993	0,900	-	-	-	0,900	6,790	-	-	-	6,790
96	0,179	0,179	0,179	0,000	0,639	0,129	0,129	0,129	0,000	0,399	1,020	0,799	0,999	-	3,099
98	0,639	-	0,567	0,000	0,993	0,404	-	0,299	0,000	0,973	3,907	-	1,993	-	6,970
100	0,567	-	0,179	0,000	0,639	0,291	-	0,140	0,000	0,421	2,292	-	1,921	-	3,000
102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
106	0,567	-	0,179	0,000	0,639	0,319	-	0,199	-	0,473	2,990	-	1,999	-	4,999
108	0,179	-	0,567	0,000	0,639	0,194	-	0,327	0,000	0,491	1,427	-	2,499	0,000	5,919
110	0,179	0,179	0,179	0,000	0,639	0,170	0,170	0,170	0,000	0,609	1,970	0,991	2,000	-	4,994
112	0,179	-	-	-	0,179	0,179	-	-	-	0,179	1,991	-	-	-	1,991
114	0,179	-	-	-	0,179	0,192	-	-	-	0,192	2,002	-	-	-	2,002
116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
118	0,179	-	-	-	0,179	0,199	-	-	-	0,199	1,999	-	-	-	1,999
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
122	0,179	-	-	-	0,179	0,209	-	-	-	0,209	1,499	-	-	-	1,499
124	0,179	-	-	-	0,179	0,219	-	-	-	0,219	2,009	-	-	-	2,009
126	-	-	0,179	-	0,179	-	0,223	-	-	0,223	-	-	1,929	-	1,929
128	0,567	-	-	-	0,567	0,490	-	-	-	0,490	4,999	-	-	-	4,999
130	0,179	-	-	-	0,179	0,227	-	-	-	0,227	2,177	-	-	-	2,177
132	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
134	-	-	0,179	-	0,179	-	-	0,262	-	0,262	-	-	2,099	-	2,099
136	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
138	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
144	0,179	-	0,179	-	0,397	0,291	-	0,291	-	0,692	3,992	-	2,999	-	6,990
146	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
148	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
Totals	100,71	194,92	91,99	11,26	999,79	16,209	16,019	7,999	0,499	99,972	119,94	99,42	93,99	1,99	297,91

TABLA DE RODAL Y EXISTENCIA																	
FUNDO :		SAN ANTONIO				TIPO FORESTAL:		ARAUCARIA									
CLASE	DENSIDAD ( arb/ha)					ÁREA BASAL ( m2 / ha)					VOLUMEN BRUTO ( m3/ha)						
	D.A.P. Cm	ESPECIE 1 ARAUCARIA	ESPECIE 2 COIGUE	ESPECIE 3 LENGA	OTRAS	TOTAL	ESPECIE 1 ARAUCARIA	ESPECIE 2 COIGUE	ESPECIE 3 LENGA	OTRAS	TOTAL	ESPECIE 1 ARAUCARIA	ESPECIE 2 COIGUE	ESPECIE 3 LENGA	OTRAS	TOTAL	
10	-	13,333	10,000	-	0,000	23,333	-	0,105	0,079	-	0,183	-	0,323	1,193	-	0,000	1,516
12	-	3,333	23,333	-	0,000	26,667	-	0,038	0,264	-	0,302	-	0,106	2,844	-	0,000	2,949
14	6,667	10,000	20,000	-	0,000	36,667	0,103	0,154	0,308	-	0,564	0,753	0,430	2,718	-	0,000	3,902
16	-	-	20,000	-	-	20,000	-	-	0,402	-	0,402	-	-	2,571	-	-	2,571
18	-	6,667	20,000	-	0,000	26,667	-	0,170	0,509	-	0,679	-	0,532	2,652	-	0,000	3,185
20	3,333	-	26,667	-	0,000	30,000	0,105	-	0,838	-	0,942	0,684	-	3,659	-	-	4,343
22	-	3,333	10,000	-	0,000	13,333	-	0,127	0,380	-	0,507	-	0,464	1,423	-	-	1,888
24	-	-	3,333	-	-	3,333	-	-	0,151	-	0,151	-	-	0,493	-	-	0,493
26	3,333	-	6,667	0,000	10,000	10,000	0,177	-	0,354	-	0,531	1,171	-	1,027	0,000	2,198	
28	-	-	10,000	-	10,000	10,000	-	-	0,616	-	0,616	-	-	1,607	-	1,607	
30	-	3,333	6,667	0,000	10,000	10,000	-	0,236	0,471	-	0,707	-	1,136	1,119	-	2,255	
32	-	3,333	10,000	-	0,000	13,333	-	0,268	0,804	-	1,072	-	1,368	1,755	-	0,000	3,123
34	-	3,333	6,667	0,000	10,000	10,000	-	0,303	0,605	-	0,908	-	1,628	1,224	0,000	2,852	
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	-	-	10,000	-	10,000	10,000	-	-	1,134	-	1,134	-	-	2,014	-	2,014	
40	-	-	6,667	-	6,667	6,667	-	-	0,838	-	0,838	-	-	2,652	-	2,652	
42	3,333	-	-	-	3,333	3,333	0,462	-	-	-	0,462	3,416	-	-	-	3,416	
44	-	-	3,333	-	3,333	3,333	-	-	0,507	-	0,507	-	-	0,773	-	0,773	
46	-	3,333	10,000	-	0,000	13,333	-	0,554	1,662	-	2,216	-	3,793	8,888	-	0,000	12,680
48	3,333	3,333	-	-	6,667	6,667	0,603	0,603	-	-	1,206	4,622	4,258	-	-	-	8,880
50	-	-	6,667	-	6,667	6,667	-	-	1,309	-	1,309	-	-	1,780	-	1,780	
52	-	-	3,333	-	3,333	3,333	-	-	0,708	-	0,708	-	-	0,933	-	0,933	
54	-	3,333	10,000	-	0,000	13,333	-	0,763	2,290	-	3,054	-	5,835	5,677	-	11,512	
56	-	3,333	-	-	3,333	3,333	-	0,821	-	-	0,821	-	6,422	-	-	6,422	
58	3,333	-	-	-	3,333	3,333	0,881	-	-	-	0,881	7,079	-	-	-	7,079	
60	10,000	-	-	-	10,000	10,000	2,827	-	-	-	2,827	22,913	-	-	-	22,913	
62	3,333	-	3,333	-	6,667	6,667	1,006	-	1,006	-	2,013	7,929	-	1,170	-	9,099	
64	3,333	-	-	-	3,333	3,333	1,072	-	-	-	1,072	8,823	-	-	-	8,823	
66	-	-	10,000	-	10,000	10,000	-	-	3,421	-	3,421	-	-	3,830	-	3,830	
68	3,333	-	3,333	-	6,667	6,667	1,211	-	1,211	-	2,421	10,343	-	8,713	-	0,000	19,056
70	-	-	3,333	-	3,333	3,333	-	-	1,283	-	1,283	-	-	6,809	-	6,809	
72	-	-	6,667	-	6,667	6,667	-	-	2,714	-	2,714	-	-	13,699	-	13,699	
74	-	-	3,333	-	3,333	3,333	-	-	1,434	-	1,434	-	-	1,510	-	1,510	
76	-	-	3,333	-	3,333	3,333	-	-	1,512	-	1,512	-	-	1,573	-	1,573	
78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	3,333	-	3,333	3,333	-	-	1,676	-	1,676	-	-	1,703	-	1,703	
82	3,333	-	-	-	3,333	3,333	1,760	-	-	-	1,760	15,272	-	-	-	15,272	
84	-	-	3,333	-	3,333	3,333	-	-	1,847	-	1,847	-	-	1,841	-	1,841	
86	3,333	-	3,333	-	6,667	6,667	1,936	-	1,936	-	3,873	16,954	-	1,912	-	18,866	
88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	3,333	-	-	-	3,333	3,333	2,121	-	-	-	2,121	17,970	-	-	-	17,970	
92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
94	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	3,333	-	-	-	3,333	3,333	2,618	-	-	-	2,618	28,539	-	-	-	28,539	
102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
104	3,333	-	-	-	3,333	3,333	2,832	-	-	-	2,832	25,644	-	-	-	25,644	
106	3,333	-	-	-	3,333	3,333	2,942	-	-	-	2,942	26,723	-	-	-	26,723	
108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
118	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	-	-	3,333	-	3,333	3,333	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
122	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
126	-	-	6,667	-	6,667	6,667	-	-	8,313	-	8,313	-	-	7,378	-	7,378	
128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
132	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
134	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
136	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
138	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
144	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
146	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
148	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	3,333	-	-	-	3,333	3,333	5,8904986	0	0	0	5,8904986	49,566	-	-	-	49,566	
TOTAL	66,67	60,00	273,33	-	0,00	400,00	28,546	4,141	40,581	-	73,267	248,40	26,30	97,14	-	0,00	371,84

TABLA DE RODAL Y EXISTENCIA																			
FUNDO :		PINO HUACHO				TIPO FORESTAL:										ARAUCARIA			
CLASE	DENSIDAD TOTAL ( arb/ha)					ÁREA BASAL ( m2 / ha)					VOLUMEN BRUTO ( m3/ha)								
	D.A.P. Cm	ESPECIE 1 ARAUCARIA	ESPECIE 2 LENGA	ESPECIE 3 COIGUE	OTRAS	TOTAL	ESPECIE 1 ARAUCARIA	ESPECIE 2 LENGA	ESPECIE 3 COIGUE	OTRAS	TOTAL	ESPECIE 1 ARAUCARIA	ESPECIE 2 LENGA	ESPECIE 3 COIGUE	OTRAS	TOTAL			
10	3,333	6,667	-	0,000	10,000	0,026	0,052	-	-	0,079	0,237	0,832	-	-	1,068				
12	10,000	1,667	-	0,000	11,667	0,113	0,019	-	-	0,132	0,801	0,220	-	-	1,022				
14	5,000	-	-	-	5,000	0,077	-	-	-	0,077	0,466	-	-	-	0,466				
16	10,000	5,000	-	-	15,000	0,201	0,101	-	-	0,302	1,106	0,791	-	-	1,897				
18	8,333	6,667	-	0,000	15,000	0,212	0,170	-	-	0,382	1,107	1,103	-	-	2,210				
20	3,333	3,333	-	-	6,667	0,105	0,105	-	-	0,209	0,534	0,643	-	-	1,177				
22	6,667	1,667	-	0,000	8,333	0,253	0,063	-	-	0,317	1,242	0,362	-	-	1,604				
24	5,000	5,000	-	-	10,000	0,226	0,226	-	-	0,452	1,189	1,226	-	0,000	2,414				
26	-	6,667	-	-	6,667	-	0,354	-	-	0,354	-	1,965	-	-	1,965				
28	8,333	5,000	-	-	13,333	0,513	0,308	-	0,000	0,821	2,735	1,569	-	-	4,304				
30	-	1,667	-	-	1,667	-	0,118	-	-	0,118	-	0,591	-	-	0,591				
32	3,333	5,000	-	0,000	8,333	0,268	0,402	-	-	0,670	1,499	2,360	-	0,000	3,859				
34	8,333	1,667	-	0,000	10,000	0,757	0,151	-	0,000	0,908	4,385	1,136	-	-	5,521				
36	6,667	1,667	-	0,000	8,333	0,679	0,170	-	0,000	0,848	3,799	0,839	-	-	4,639				
38	1,667	-	-	-	1,667	0,189	-	-	-	0,189	1,137	-	-	-	1,137				
40	8,333	5,000	-	-	13,333	1,047	0,628	-	0,000	1,675	6,447	3,128	-	-	9,575				
42	1,667	5,000	-	0,000	6,667	0,231	0,693	-	-	0,924	1,308	3,946	-	-	5,254				
44	3,333	-	-	-	3,333	0,507	-	-	-	0,507	3,258	-	-	-	3,258				
46	5,000	8,333	-	-	13,333	0,831	1,385	-	-	2,216	5,859	8,926	-	-	14,785				
48	-	1,667	-	-	1,667	-	0,302	-	-	0,302	-	1,544	-	-	1,544				
50	3,333	1,667	-	0,000	5,000	0,654	0,327	-	-	0,982	4,454	2,441	-	-	6,896				
52	3,333	5,000	-	0,000	8,333	0,708	1,062	-	-	1,770	4,902	5,527	-	-	10,428				
54	1,667	5,000	-	0,000	6,667	0,382	1,145	-	-	1,527	2,686	5,869	-	0,000	8,555				
56	6,667	5,000	-	0,000	11,667	1,642	1,232	-	0,000	2,874	11,738	6,519	-	0,000	18,256				
58	-	5,000	-	-	5,000	-	1,321	-	-	1,321	-	6,266	-	-	6,266				
60	3,333	-	-	-	3,333	0,942	-	-	-	0,942	6,857	-	-	-	6,857				
62	1,667	1,667	-	-	3,333	0,503	0,503	-	-	1,006	4,316	2,730	-	-	7,046				
64	3,333	3,333	-	-	6,667	1,072	1,072	-	-	2,145	8,098	8,142	-	0,000	16,240				
66	-	3,333	-	-	3,333	-	1,140	-	-	1,140	-	6,285	-	-	6,285				
68	5,000	-	-	-	5,000	1,816	-	-	-	1,816	14,041	-	-	-	14,041				
70	3,333	1,667	-	0,000	5,000	1,283	0,641	-	0,000	1,924	10,265	3,588	-	0,000	13,852				
72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
74	1,667	-	-	-	1,667	0,717	-	-	-	0,717	5,721	-	-	-	5,721				
76	-	5,000	-	-	5,000	-	2,268	-	-	2,268	-	12,952	-	-	12,952				
78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
80	-	1,667	-	-	1,667	-	0,838	-	-	0,838	-	4,845	-	-	4,845				
82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
84	1,667	-	-	-	1,667	0,924	-	-	-	0,924	6,550	-	-	-	6,550				
86	1,667	-	-	-	1,667	0,968	-	-	-	0,968	8,140	-	-	-	8,140				
88	-	1,667	-	-	1,667	-	1,014	-	-	1,014	-	6,001	-	-	6,001				
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
94	1,667	3,333	-	0,000	5,000	1,157	2,313	-	-	3,470	10,004	13,910	-	0,000	23,913				
96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
118	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
122	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
124	1,667	-	-	-	1,667	2,013	-	-	-	2,013	18,373	-	-	-	18,373				
126	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
132	1,667	-	-	-	1,667	2,281	-	-	-	2,281	23,993	-	-	-	23,993				
134	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
136	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
138	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
144	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
146	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
148	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
150	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-				
TOTAL	140,00	115,00	-	0,00	255,00	23,297	20,123	-	0,000	43,420	177,25	116,25	-	0,00	293,50				



TABLA DE RODAL Y EXISTENCIA ( ESP. PRINCIPALES )															
FUNDO :		EL INDIO				TIPO FORESTAL:					ARAUCARIA				
CLASE	DENSIDAD TOTAL (arb/ha)					ÁREA BASAL ( m2 / ha)					VOLUMEN BRUTO ( m3/ha)				
	D.A.P. Cm	ESPECIE 1	ESPECIE 2	ESPECIE 3	OTRAS	TOTAL	ESPECIE 1	ESPECIE 2	ESPECIE 3	OTRAS	TOTAL	ESPECIE 1	ESPECIE 2	ESPECIE 3	OTRAS
	ARAUCARIA	COIGUE	LENGA			ARAUCARIA	COIGUE	LENGA			ARAUCARIA	COIGUE	LENGA		
10	10,588	5,294	44,706	0,000	60,588	0,083	0,042	0,351	-	0,476	0,708	0,129	5,575	0,000	6,413
12	12,353	5,294	35,882	0,000	53,529	0,140	0,060	0,406	0,000	0,605	0,893	0,169	4,744	0,000	5,806
14	7,059	4,118	32,941	0,000	44,118	0,109	0,063	0,507	0,000	0,679	0,582	0,176	4,744	0,000	5,502
16	4,706	1,765	25,882	0,000	32,353	0,095	0,035	0,520	0,000	0,650	0,432	0,104	4,033	0,000	4,568
18	0,588	1,765	22,353	0,000	24,706	0,015	0,045	0,569	-	0,629	0,063	0,141	3,857	0,000	4,060
20	5,294	-	17,647	0,000	22,941	0,166	-	0,554	-	0,721	0,659	-	3,404	-	4,063
22	4,118	0,588	14,706	0,000	19,412	0,157	0,022	0,559	0,000	0,738	0,579	0,082	3,214	0,000	3,875
24	1,176	1,176	15,294	0,000	17,647	0,053	0,053	0,692	-	0,798	0,204	0,210	3,843	-	4,258
26	1,765	0,588	11,765	0,000	14,118	0,094	0,031	0,625	-	0,750	0,386	0,133	3,244	-	3,762
28	1,765	1,176	12,353	0,000	15,294	0,109	0,072	0,761	0,000	0,942	0,418	0,329	3,866	-	4,613
30	1,176	0,588	10,000	0,000	11,765	0,083	0,042	0,707	0,000	0,832	0,331	0,201	3,545	-	4,076
32	1,765	-	14,706	0,000	16,471	0,142	-	1,183	-	1,325	0,568	-	5,944	-	6,512
34	1,176	-	8,235	0,000	9,412	0,107	-	0,748	-	0,855	0,445	-	3,638	-	4,083
36	2,353	1,176	8,235	0,000	11,765	0,240	0,120	0,838	0,000	1,198	1,011	0,676	4,146	0,000	5,834
38	1,176	1,176	5,294	0,000	7,647	0,133	0,133	0,600	-	0,867	0,560	0,773	2,976	0,000	4,310
40	-	0,588	8,235	0,000	8,824	-	0,074	1,035	-	1,109	-	0,455	5,221	-	5,676
42	-	-	4,706	-	4,706	-	-	0,652	-	0,652	-	-	3,264	-	3,264
44	1,176	-	7,059	0,000	8,235	0,179	-	1,073	-	1,252	0,801	-	5,474	0,000	6,275
46	1,765	0,588	7,647	0,000	10,000	0,293	0,098	1,271	-	1,662	1,419	0,674	6,454	-	8,547
48	0,588	-	3,529	0,000	4,118	0,106	-	0,639	-	0,745	0,444	-	3,446	-	3,889
50	1,765	0,588	4,706	0,000	7,059	0,347	0,116	0,924	-	1,386	1,763	0,839	4,673	0,000	7,275
52	-	-	4,118	-	4,118	-	-	0,874	-	0,874	-	-	4,551	-	4,551
54	1,176	-	1,765	0,000	2,941	0,269	-	0,404	-	0,674	1,639	-	2,121	-	3,760
56	1,765	0,588	2,941	0,000	5,294	0,435	0,145	0,724	0,000	1,304	2,265	1,133	4,606	0,000	8,004
58	0,588	0,588	2,353	0,000	3,529	0,155	0,155	0,622	0,000	0,933	0,850	1,242	3,318	0,000	5,411
60	-	-	3,529	-	3,529	-	-	0,998	-	0,998	-	-	5,271	-	5,271
62	1,176	0,588	4,118	0,000	5,882	0,355	0,178	1,243	-	1,776	1,682	1,475	6,745	0,000	9,902
64	2,941	0,588	1,765	0,000	5,294	0,946	0,189	0,568	-	1,703	5,094	1,599	3,419	-	10,112
66	1,765	-	0,588	0,000	2,353	0,604	-	0,201	-	0,805	3,986	-	1,201	0,000	5,187
68	0,588	1,176	0,588	-	2,353	0,214	0,427	0,214	-	0,855	1,266	3,726	1,186	-	6,178
70	-	-	1,176	-	1,176	-	-	0,453	-	0,453	-	-	3,313	-	3,313
72	1,765	-	-	-	1,765	0,719	-	-	-	0,719	4,874	-	-	-	4,874
74	0,588	-	0,588	-	1,176	0,253	-	0,253	-	0,506	1,493	-	1,435	-	2,928
76	-	-	0,588	-	0,588	-	-	0,267	-	0,267	-	-	1,524	-	1,524
78	-	-	0,588	-	0,588	-	-	0,281	-	0,281	-	-	1,615	-	1,615
80	1,176	-	1,765	0,000	2,941	0,591	-	0,887	-	1,478	4,716	-	5,130	0,000	9,846
82	1,176	0,588	1,765	0,000	3,529	0,621	0,311	0,932	-	1,864	4,430	2,159	6,015	0,000	12,603
84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
86	1,176	-	1,765	0,000	2,941	0,683	-	1,025	0,000	1,708	5,035	-	6,035	0,000	11,069
88	-	-	0,588	-	0,588	-	-	0,358	-	0,358	-	-	2,118	-	2,118
90	-	-	1,176	-	1,176	-	-	0,748	-	0,748	-	-	4,454	-	4,454
92	-	-	1,176	-	1,176	-	-	0,782	-	0,782	-	-	4,123	-	4,123
94	0,588	-	2,353	0,000	2,941	0,408	-	1,633	-	2,041	3,029	-	9,819	0,000	12,847
96	0,588	-	-	-	0,588	0,426	-	-	-	0,426	2,941	-	-	-	2,941
98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	0,588	0,588	0,588	0,000	1,765	0,462	0,462	0,462	-	1,386	3,242	4,611	2,818	-	10,671
102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
104	0,588	-	-	-	0,588	0,500	-	-	-	0,500	4,048	-	-	-	4,048
106	0,588	-	0,588	-	1,176	0,519	-	0,519	-	1,038	3,724	-	3,208	0,000	6,932
108	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
110	0,588	-	0,588	-	1,176	0,559	-	0,559	-	1,118	5,696	-	3,482	0,000	9,179
112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
118	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
120	-	-	0,588	-	0,588	-	-	0,665	-	0,665	-	-	3,822	-	3,822
122	0,588	-	-	-	0,588	0,688	-	-	-	0,688	5,318	-	-	-	5,318
124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
126	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
128	0,588	-	-	-	0,588	0,757	-	-	-	0,757	6,114	-	-	-	6,114
130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
132	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
134	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
136	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
138	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	0,588	-	-	-	0,588	0,906	-	-	-	0,906	5,411	-	-	-	5,411
142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
144	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
146	-	0,588	-	-	0,588	-	0,985	-	-	0,985	-	9,858	-	-	9,858
148	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
Total	83,53	31,76	353,53	0,00	468,82	13,719	3,858	30,886	0,000	48,464	89,12	30,89	180,64	0,00	300,64

TABLA DE RODAL Y EXISTENCIA															
FUNDO :		HIJUELA 12				TIPO FORESTAL: ARAUCARIA									
CLASE	DENSIDAD TOTAL ( Nro. Arb/ha )					ÁREA BASAL ( m2 / HA. )					VOLUMEN BRUTO ( m3/ha )				
	ESPECIE 1	ESPECIE 2	ESPECIE 3	OTRAS	TOTAL	ESPECIE 1	ESPECIE 2	ESPECIE 3	OTRAS	TOTAL	ESPECIE 1	ESPECIE 2	ESPECIE 3	OTRAS	TOTAL
	ARAUCARIA	LENGA	COIGUE			ARAUCARIA	LENGA	COIGUE			ARAUCARIA	LENGA	COIGUE		
10	13,333	-	-	-	13,333	0,105	-	-	-	0,105	1,045	-	-	-	1,045
12	33,333	3,333	-	0,000	36,667	0,377	0,038	-	0,000	0,415	3,064	0,406	-	0,000	3,470
14	16,667	3,333	-	0,000	20,000	0,257	0,051	-	0,000	0,308	1,835	0,416	-	0,000	2,251
16	30,000	3,333	-	0,000	33,333	0,603	0,067	-	-	0,670	3,995	0,428	-	-	4,423
18	26,667	3,333	-	0,000	30,000	0,679	0,085	-	-	0,763	4,303	0,442	-	0,000	4,745
20	26,667	3,333	-	0,000	30,000	0,838	0,105	-	-	0,942	5,196	0,457	-	0,000	5,654
22	10,000	3,333	-	0,000	13,333	0,380	0,127	-	0,000	0,507	2,338	0,474	-	0,000	2,812
24	16,667	3,333	-	0,000	20,000	0,754	0,151	-	-	0,905	4,637	1,133	-	0,000	5,769
26	16,667	-	-	-	16,667	0,885	-	-	-	0,885	5,471	-	-	-	5,471
28	3,333	3,333	-	-	6,667	0,205	0,205	-	-	0,411	1,280	0,536	-	0,000	1,815
30	13,333	6,667	-	0,000	20,000	0,942	0,471	-	-	1,414	5,938	1,820	-	-	7,758
32	-	3,333	-	-	3,333	-	0,268	-	-	0,268	-	0,585	-	-	0,585
34	10,000	3,333	-	0,000	13,333	0,908	0,303	-	-	1,211	6,108	0,612	-	0,000	6,720
36	6,667	3,333	-	0,000	10,000	0,679	0,339	-	-	1,018	3,478	0,641	-	-	4,119
38	-	6,667	-	-	6,667	-	0,756	-	-	0,756	-	1,343	-	-	1,343
40	-	6,667	-	-	6,667	-	0,838	-	-	0,838	-	2,652	-	-	2,652
42	-	10,000	-	-	10,000	-	1,385	-	-	1,385	-	2,213	-	-	2,213
44	6,667	3,333	-	0,000	10,000	1,014	0,507	-	0,000	1,521	6,919	0,773	-	0,000	7,692
46	10,000	3,333	-	0,000	13,333	1,662	0,554	-	-	2,216	11,513	0,810	-	-	12,323
48	13,333	-	-	-	13,333	2,413	-	-	-	2,413	16,800	-	-	-	16,800
50	3,333	3,333	-	-	6,667	0,654	0,654	-	-	1,309	4,600	2,834	-	-	7,434
52	3,333	-	-	-	3,333	0,708	-	-	-	0,708	5,020	-	-	-	5,020
54	3,333	-	-	-	3,333	0,763	-	-	-	0,763	5,459	-	-	-	5,459
56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58	3,333	-	-	-	3,333	0,881	-	-	-	0,881	6,195	-	-	-	6,195
60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	10,000	3,333	-	0,000	13,333	3,019	1,006	-	-	4,025	22,056	1,170	-	-	23,226
64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
66	3,333	-	-	-	3,333	1,140	-	-	-	1,140	8,512	-	-	-	8,512
68	3,333	-	-	-	3,333	1,211	-	-	-	1,211	9,091	-	-	-	9,091
70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
84	3,333	-	-	-	3,333	1,847	-	-	-	1,847	15,034	-	-	-	15,034
86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
92	6,667	-	-	-	6,667	4,432	-	-	-	4,432	35,174	-	-	-	35,174
94	3,333	-	-	-	3,333	2,313	-	-	-	2,313	18,425	-	-	-	18,425
96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
104	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
106	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
108	3,333	-	-	-	3,333	3,054	-	-	-	3,054	24,848	-	-	-	24,848
110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
112	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
118	-	3,333	-	-	3,333	-	3,645	-	-	3,645	-	39,021	-	-	39,021
120	3,333	-	-	-	3,333	3,770	-	-	-	3,770	31,133	-	-	-	31,133
122	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
126	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
128	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
130	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
132	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
134	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
136	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
138	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
144	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
146	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
148	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
150	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
TOTAL	303,33	83,33	-	0,00	386,67	36,492	11,556	-	0,000	48,048	269,47	58,77	-	-	328,23

TABLA DE RODAL Y EXISTENCIA (ESP. PRINCIPALES)															
FUNDO:	TODOS LOS PREDIOS					TIPO FORESTAL:					ARAUCARIA				
RODAL:	TODOS														
CLASE	DENSIDAD TOTAL (No. ARB./HA.)					ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> /HA.)					VOLUMEN BRUTO (m <sup>3</sup> /HA.)				
	ESPECIE 1	ESPECIE 2	ESPECIE 3	OTRAS	TOTAL	ESPECIE 1	ESPECIE 2	ESPECIE 3	OTRAS	TOTAL	ESPECIE 1	ESPECIE 2	ESPECIE 3	OTRAS	TOTAL
D.A.P.	ARAUCARIA	LENGA	COIGUE			ARAUCARIA	LENGA	COIGUE			ARAUCARIA	LENGA	COIGUE		
CMS.															
10	8,621	18,506	3,793	1,724	32,644	0,068	0,145	0,030	0,014	0,256	0,604	2,288	0,112	0,093	3,097
12	9,655	19,885	3,563	1,149	34,253	0,109	0,225	0,040	0,013	0,387	0,747	2,592	0,136	0,109	3,583
14	8,851	18,046	4,828	1,379	33,103	0,136	0,278	0,074	0,021	0,510	0,788	2,539	0,250	0,116	3,692
16	7,011	14,828	4,023	0,920	26,782	0,141	0,298	0,081	0,018	0,538	0,717	2,260	0,273	0,215	3,465
18	4,023	11,609	3,678	0,230	19,540	0,102	0,295	0,094	0,006	0,497	0,497	1,955	0,329	0,024	2,805
20	4,598	11,724	2,644	0,805	19,770	0,144	0,368	0,083	0,025	0,621	0,687	2,189	0,300	0,349	3,526
22	4,828	9,655	1,954	0,230	16,667	0,184	0,367	0,074	0,009	0,634	0,834	2,027	0,294	0,185	3,340
24	3,908	8,736	2,874	0,575	16,092	0,177	0,395	0,130	0,026	0,728	0,816	2,117	0,513	0,100	3,547
26	2,644	8,161	2,874	0,115	13,793	0,140	0,433	0,153	0,006	0,732	0,651	2,208	0,635	0,028	3,523
28	2,989	8,276	1,494	0,345	13,103	0,184	0,510	0,092	0,021	0,807	0,866	2,544	0,402	0,101	3,914
30	2,184	7,586	1,494	0,230	11,494	0,154	0,536	0,106	0,016	0,812	0,755	2,863	0,481	0,078	3,978
32	1,609	8,966	1,034	0,115	11,724	0,129	0,721	0,083	0,009	0,943	0,629	3,606	0,413	0,045	4,693
34	2,759	6,322	1,379	0,575	11,034	0,250	0,574	0,125	0,052	1,002	1,327	2,783	0,609	0,256	4,974
36	2,529	5,172	0,805	0,000	8,506	0,257	0,526	0,082	-	0,866	1,322	2,558	0,391	0,000	4,271
38	1,034	5,172	1,149	0,230	7,586	0,117	0,587	0,130	0,026	0,860	0,616	2,865	0,678	0,131	4,291
40	1,609	5,402	1,724	0,000	8,736	0,202	0,679	0,217	0,000	1,098	1,144	3,342	1,184	0,000	5,671
42	1,609	2,989	0,805	0,000	5,402	0,223	0,414	0,111	0,000	0,748	1,313	2,044	0,604	0,000	3,961
44	1,609	3,908	0,690	0,115	6,322	0,245	0,594	0,105	0,017	0,961	1,451	3,087	0,581	0,050	5,169
46	2,299	4,023	0,575	0,000	6,897	0,382	0,669	0,096	-	1,146	2,381	3,675	0,576	-	6,633
48	1,724	2,529	0,690	-	4,943	0,312	0,458	0,125	0,000	0,894	1,796	2,363	0,720	0,000	4,879
50	2,184	3,448	0,345	0,000	5,977	0,429	0,677	0,068	-	1,174	2,577	3,561	0,398	0,000	6,536
52	1,264	1,724	0,230	0,000	3,218	0,269	0,366	0,049	-	0,683	1,752	1,898	0,292	0,000	3,941
54	0,920	1,609	0,460	0,000	2,989	0,211	0,369	0,105	0,000	0,684	1,398	1,908	0,639	0,000	3,945
56	2,184	1,839	0,345	0,000	4,368	0,538	0,453	0,085	-	1,076	3,505	2,601	0,524	0,000	6,630
58	1,149	1,034	0,230	0,000	2,414	0,304	0,273	0,061	-	0,638	2,050	1,413	0,433	0,000	3,896
60	2,184	1,724	0,345	0,000	4,253	0,617	0,487	0,097	-	1,202	4,206	2,615	0,683	0,000	7,504
62	1,494	2,529	0,460	0,000	4,483	0,451	0,763	0,139	-	1,353	3,085	4,225	0,891	-	8,200
64	1,724	1,724	0,345	0,115	3,908	0,555	0,555	0,111	0,037	1,257	3,611	3,340	0,720	0,198	7,870
66	1,034	1,839	0,460	0,000	3,333	0,354	0,629	0,157	0,000	1,140	2,538	3,677	1,112	-	7,328
68	1,034	0,690	0,345	0,000	2,069	0,376	0,250	0,125	-	0,751	2,780	1,492	0,865	0,000	5,136
70	0,920	0,805	0,345	0,000	2,069	0,354	0,310	0,133	-	0,796	2,658	1,896	0,963	-	5,517
72	0,575	0,805	0,460	0,000	1,839	0,234	0,328	0,187	-	0,749	1,808	2,016	1,260	0,000	5,084
74	0,805	0,575	0,345	-	1,724	0,346	0,247	0,148	0,000	0,742	2,630	1,434	1,205	0,000	5,270
76	0,460	0,920	0,345	0,000	1,724	0,209	0,417	0,156	-	0,782	1,548	2,607	1,079	-	5,234
78	0,115	0,230	0,115	-	0,460	0,055	0,110	0,055	-	0,220	0,390	0,648	0,382	-	1,420
80	0,805	1,264	0,115	0,000	2,184	0,404	0,636	0,058	-	1,098	3,589	3,765	0,545	-	7,898
82	0,575	0,460	0,230	0,000	1,264	0,304	0,243	0,121	-	0,668	2,318	1,552	0,851	-	4,720
84	1,034	0,230	0,345	0,000	1,609	0,573	0,127	0,191	0,000	0,892	4,671	0,769	1,306	0,000	6,746
86	0,575	0,460	0,115	0,000	1,149	0,334	0,267	0,067	0,000	0,668	2,681	1,624	0,643	0,000	4,947
88	0,460	0,460	0,230	0,000	1,149	0,280	0,280	0,140	-	0,699	2,617	1,451	1,008	0,000	5,076
90	0,345	0,460	0,460	-	1,264	0,219	0,292	0,292	-	0,804	1,788	1,823	2,123	0,000	5,734
92	0,690	0,345	0,230	0,000	1,264	0,458	0,229	0,153	-	0,841	4,252	1,219	1,243	-	6,714
94	0,920	0,690	-	0,000	1,609	0,638	0,479	-	0,000	1,117	5,535	2,987	-	-	8,523
96	0,230	0,115	0,115	-	0,460	0,166	0,083	0,083	-	0,333	1,517	0,522	0,615	-	2,654
98	0,345	-	0,230	0,000	0,575	0,260	-	0,173	0,000	0,434	2,321	-	1,264	0,000	3,585
100	0,460	0,115	0,230	0,000	0,805	0,361	0,090	0,181	-	0,632	3,154	0,574	1,653	0,000	5,380
102	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
104	0,230	-	-	-	0,230	0,195	-	-	-	0,195	1,596	-	-	-	1,596
106	0,460	0,115	0,115	0,000	0,690	0,406	0,101	0,101	-	0,609	3,485	0,655	1,285	0,000	5,425
108	0,230	-	0,230	-	0,460	0,211	-	0,211	-	0,421	1,755	-	1,602	-	3,357
110	0,230	0,230	0,115	0,000	0,575	0,218	0,218	0,109	-	0,546	2,188	1,425	1,289	0,000	4,902
112	0,115	-	-	-	0,115	0,113	-	-	-	0,113	0,954	-	-	-	0,954
114	0,115	-	-	-	0,115	0,117	-	-	-	0,117	1,482	-	-	-	1,482
116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
118	0,115	0,115	-	-	0,230	0,126	0,126	-	-	0,251	1,280	1,346	-	-	2,625
120	0,115	0,115	-	-	0,230	0,130	0,130	-	-	0,260	1,117	0,747	-	0,000	1,864
122	0,230	-	-	-	0,230	0,269	-	-	-	0,269	1,984	-	-	-	1,984
124	0,230	-	-	-	0,230	0,278	-	-	-	0,278	2,558	-	-	-	2,558
	103,56	208,39	50,46	8,85	371,26	16,340	18,896	6,273	0,318	41,827	121,63	109,43	42,16	2,08	275,29

TABLA DE RODAL Y EXISTENCIAS ( Todas las Especies )					
D.A.P. (cm)	DENSIDAD TOTAL	ALTURAS MEDIAS (m)		ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /ha)
		FUSTAL	TOTAL		
10	32,64	3,13	5,89	0,26	3,097
12	34,25	3,04	6,42	0,39	3,583
14	33,10	3,16	7,30	0,51	3,692
16	26,78	3,94	8,65	0,54	3,465
18	19,54	3,47	9,02	0,50	2,805
20	19,77	4,93	10,75	0,62	3,526
22	16,67	4,79	10,99	0,63	3,340
24	16,09	4,52	11,33	0,73	3,547
26	13,79	4,74	12,29	0,73	3,523
28	13,10	5,11	12,73	0,81	3,914
30	11,49	5,37	13,49	0,81	3,978
32	11,72	5,79	14,21	0,94	4,693
34	11,03	5,91	14,32	1,00	4,974
36	8,51	6,11	14,64	0,87	4,271
38	7,59	6,25	15,73	0,86	4,291
40	8,74	6,56	16,35	1,10	5,671
42	5,40	6,94	16,67	0,75	3,961
44	6,32	7,01	16,91	0,96	5,169
46	6,90	8,10	17,74	1,15	6,633
48	4,94	7,53	17,35	0,89	4,879
50	5,98	8,02	17,97	1,17	6,536
52	3,22	8,36	18,48	0,68	3,941
54	2,99	8,28	19,07	0,68	3,945
56	4,37	9,17	18,85	1,08	6,630
58	2,41	8,84	19,08	0,64	3,896
60	4,25	9,20	19,43	1,20	7,504
62	4,48	9,05	19,67	1,35	8,200
64	3,91	9,21	19,94	1,26	7,870
66	3,33	9,74	20,88	1,14	7,328
68	2,07	10,69	21,20	0,75	5,136
70	2,07	10,34	21,59	0,80	5,517
72	1,84	10,28	22,00	0,75	5,084
74	1,72	10,86	22,35	0,74	5,270
76	1,72	10,70	21,74	0,78	5,234
80	2,18	12,84	22,87	1,10	7,898
82	1,26	11,00	21,78	0,67	4,720
84	1,61	11,55	22,89	0,89	6,746
86	1,15	11,68	23,00	0,67	4,947
88	1,15	11,10	24,34	0,70	5,076
90	1,26	11,23	23,14	0,80	5,734
92	1,26	13,71	24,71	0,84	6,714
94	1,61	13,89	23,77	1,12	8,523
98	0,57	8,48	25,55	0,43	3,585
100	0,80	13,61	25,15	0,63	5,380
106	0,69	15,16	26,83	0,61	5,425
110	0,57	14,49	28,83	0,55	4,902
150	0,11	18,00	24,00	0,20	1,709
	371,26			41,83	275,295

ESPECIE 1 : ARAUCARIA		REGISTROS		63	
TABLA DE RODAL Y EXISTENCIAS					
D.A.P. (cm)	DENSIDAD TOTAL	ALTURAS MEDIAS (m)		ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> /ha)
		FUSTAL	TOTAL		
10	8,62	2,18	3,95	0,07	0,604
12	9,66	2,29	4,59	0,11	0,747
14	8,85	2,69	5,55	0,14	0,788
16	7,01	3,06	6,13	0,14	0,717
18	4,02	3,54	7,23	0,10	0,497
20	4,60	4,01	8,23	0,14	0,687
22	4,83	4,25	8,55	0,18	0,834
24	3,91	4,57	9,48	0,18	0,816
26	2,64	5,22	10,09	0,14	0,651
28	2,99	5,41	10,73	0,18	0,866
30	2,18	5,79	11,62	0,15	0,755
32	1,61	6,12	11,81	0,13	0,629
34	2,76	6,50	13,30	0,25	1,327
36	2,53	6,73	13,04	0,26	1,322
38	1,03	6,92	13,54	0,12	0,616
40	1,61	7,57	14,86	0,20	1,144
42	1,61	8,07	15,64	0,22	1,313
44	1,61	7,47	15,87	0,24	1,451
46	2,30	8,94	16,83	0,38	2,381
48	1,72	8,36	15,55	0,31	1,796
50	2,18	9,10	16,35	0,43	2,577
52	1,26	9,92	17,88	0,27	1,752
54	0,92	10,37	18,27	0,21	1,398
56	2,18	10,13	17,97	0,54	3,505
58	1,15	9,43	18,69	0,30	2,050
60	2,18	10,32	18,91	0,62	4,206
62	1,49	10,95	19,02	0,45	3,085
64	1,72	9,84	18,12	0,55	3,611
66	1,03	11,58	20,04	0,35	2,538
68	1,03	12,76	20,72	0,38	2,780
70	0,92	11,78	21,07	0,35	2,658
72	0,57	14,60	21,71	0,23	1,808
74	0,80	12,95	21,37	0,35	2,630
76	0,46	14,88	20,88	0,21	1,548
78	0,11	7,00	20,00	0,05	0,390
80	0,80	18,57	25,07	0,40	3,589
82	0,57	12,84	21,55	0,30	2,318
84	1,03	13,52	23,02	0,57	4,671
86	0,57	12,85	22,71	0,33	2,681
88	0,46	15,48	26,52	0,28	2,617
90	0,34	16,78	23,08	0,22	1,788
92	0,69	17,08	26,30	0,46	4,252
94	0,92	17,04	24,60	0,64	5,535
96	0,23	18,37	25,88	0,17	1,517
98	0,34	9,83	25,33	0,26	2,321
100	0,46	14,11	24,79	0,36	3,154
104	0,23	14,60	23,20	0,20	1,596
106	0,46	15,72	24,40	0,41	3,485
108	0,23	13,40	23,68	0,21	1,755
110	0,23	19,50	28,50	0,22	2,188
112	0,11	13,60	23,96	0,11	0,954
114	0,11	28,00	36,00	0,12	1,482
118	0,11	16,00	29,00	0,13	1,280
120	0,11	13,98	24,46	0,13	1,117
122	0,23	11,75	21,00	0,27	1,984
124	0,23	14,00	26,25	0,28	2,558
128	0,34	18,83	28,17	0,44	4,385
130	0,11	14,40	25,02	0,15	1,340
132	0,11	20,00	30,00	0,16	1,655
140	0,11	12,00	17,00	0,18	1,057
144	0,11	18,00	33,00	0,19	2,164
150	0,11	18,00	24,00	0,20	1,709
	103,56			16,34	121,629

ESPECIE 2 :		LENGA		REGISTROS	51
TABLA DE RODAL Y EXISTENCIAS					
D.A.P. (cm)	DENSIDAD	ALTURAS MEDIAS (m)		ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)	VOLUMEN CUBICO (m <sup>3</sup> /ha)
10	18,51	2,15	5,00	0,15	2,288
12	19,89	2,46	6,09	0,22	2,592
14	18,05	2,89	7,22	0,28	2,539
16	14,83	3,16	8,20	0,30	2,260
18	11,61	3,50	9,15	0,30	1,955
20	11,72	3,78	9,87	0,37	2,189
22	9,66	4,10	10,84	0,37	2,027
24	8,74	4,59	11,71	0,40	2,117
26	8,16	4,76	12,50	0,43	2,208
28	8,28	5,06	13,09	0,51	2,544
30	7,59	5,39	13,61	0,54	2,663
32	8,97	5,76	14,40	0,72	3,606
34	6,32	5,77	14,34	0,57	2,783
36	5,17	5,99	15,20	0,53	2,558
38	5,17	6,22	15,84	0,59	2,865
40	5,40	6,43	16,22	0,68	3,342
42	2,99	6,59	16,88	0,41	2,044
44	3,91	7,11	17,30	0,59	3,087
46	4,02	7,70	18,07	0,67	3,675
48	2,53	7,25	18,13	0,46	2,363
50	3,45	7,48	18,87	0,68	3,561
52	1,72	7,43	18,76	0,37	1,898
54	1,61	7,48	19,28	0,37	1,908
56	1,84	8,44	19,63	0,45	2,601
58	1,03	7,57	19,37	0,27	1,413
60	1,72	7,92	19,48	0,49	2,615
62	2,53	8,24	19,82	0,76	4,225
64	1,72	9,06	21,63	0,55	3,340
66	1,84	8,80	21,08	0,63	3,677
68	0,69	9,01	21,16	0,25	1,492
70	0,80	9,31	21,50	0,31	1,896
72	0,80	9,38	21,36	0,33	2,016
74	0,57	8,84	21,10	0,25	1,434
76	0,92	9,58	21,96	0,42	2,607
78	0,23	9,04	21,46	0,11	0,648
80	1,26	9,09	21,00	0,64	3,765
82	0,46	9,86	21,90	0,24	1,552
84	0,23	9,31	21,95	0,13	0,769
86	0,46	9,39	22,11	0,27	1,624
88	0,46	7,99	22,75	0,28	1,451
90	0,46	9,66	23,05	0,29	1,823
92	0,34	8,21	21,84	0,23	1,219
94	0,69	9,70	22,66	0,48	2,987
96	0,11	9,77	22,79	0,08	0,522
100	0,11	9,91	23,03	0,09	0,574
106	0,11	10,10	23,37	0,10	0,655
110	0,23	10,22	23,57	0,22	1,425
118	0,11	17,00	28,00	0,13	1,346
120	0,11	9,00	21,00	0,13	0,747
126	0,23	10,63	24,29	0,29	1,935
150	0,00			0,00	0,000
	208,39			18,90	109,431

ESPECIE 3 :		COIGUE		53	
TABLA DE RODAL Y EXISTENCIAS					
D.A.P. (cm)	DENSIDAD TOTAL	ALTURAS MEDIA (m)		ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)	VOLUMEN CUBICO (m <sup>3</sup> /ha)
		FUSTAL	TOTAL		
10	3,793	2,027	6,406	0,0298	0,1118
12	3,563	2,340	7,120	0,0403	0,1355
14	4,828	2,823	8,357	0,0743	0,2501
16	4,023	2,965	9,319	0,0809	0,2732
18	3,678	3,224	10,405	0,0936	0,3289
20	2,644	3,465	11,087	0,0831	0,2999
22	1,954	3,988	12,519	0,0743	0,2941
24	2,874	4,187	12,460	0,1300	0,5132
26	2,874	4,217	13,637	0,1526	0,6351
28	1,494	4,556	14,378	0,0920	0,4024
30	1,494	4,538	15,385	0,1056	0,4814
32	1,034	5,570	16,181	0,0832	0,4130
34	1,379	5,230	16,116	0,1252	0,6087
36	0,805	4,944	16,100	0,0819	0,3912
38	1,149	5,768	17,175	0,1304	0,6785
40	1,724	6,042	18,118	0,2167	1,1844
42	0,805	5,996	17,930	0,1115	0,6037
44	0,690	6,166	18,314	0,1049	0,5808
46	0,575	7,597	19,005	0,0955	0,5764
48	0,690	6,484	19,015	0,1248	0,7197
50	0,345	6,633	19,335	0,0677	0,3977
52	0,230	6,776	19,638	0,0488	0,2917
54	0,460	6,913	19,925	0,1053	0,6393
56	0,345	7,043	20,196	0,0849	0,5235
58	0,230	11,584	19,727	0,0607	0,4326
60	0,345	8,526	22,465	0,0975	0,6831
62	0,460	7,405	20,930	0,1388	0,8908
64	0,345	7,516	21,152	0,1109	0,7205
66	0,460	9,312	21,931	0,1573	1,1125
68	0,345	7,818	22,709	0,1252	0,8646
70	0,345	8,884	23,171	0,1327	0,9630
72	0,460	6,460	23,470	0,1872	1,2599
74	0,345	9,342	26,744	0,1483	1,2050
76	0,345	8,102	22,285	0,1564	1,0787
78	0,115	8,187	22,446	0,0549	0,3819
80	0,115	14,000	28,000	0,0578	0,5450
82	0,230	8,675	22,125	0,1214	0,8505
84	0,345	7,118	23,096	0,1911	1,3058
86	0,115	15,000	28,000	0,0668	0,6425
88	0,230	8,574	23,164	0,1398	1,0083
90	0,460	8,644	23,291	0,2925	2,1228
92	0,230	11,856	24,207	0,1528	1,2430
96	0,115	8,842	23,647	0,0832	0,6146
98	0,230	6,452	25,879	0,1734	1,2636
100	0,230	14,482	26,932	0,1806	1,6531
106	0,115	18,000	40,000	0,1014	1,2849
108	0,230	9,186	24,258	0,2106	1,6022
110	0,115	13,000	40,000	0,1092	1,2891
126	0,115	8,000	24,000	0,1433	1,0480
134	0,115	12,000	25,000	0,1621	1,3506
144	0,115	15,000	21,000	0,1872	1,4791
146	0,115	20,000	28,000	0,1924	1,9262
150	0,000			0,0000	0,0000
	50,46			6,27	42,156

## Formularios

FORMULARIO INVENTARIO EN BOSQUE NATIVO											
PREDIO:			SUELO:			N° PARCELA ANTERIOR:			PARCELA NUMERO		
COMUNA:			PENDIENTE: %			POS. TOP.					
EXPOSICIÓN:			% COPA:			SUP. PARCELA : 1.000 m2 CUADRADA					
PTO PARTIDA ( GPS-X ):				RUMBO:		SOTOBOSQUE (% COBERTURA)		FECHA MEDICION			
PTO PARTIDA ( GPS-Y ):				MANEJO:							
UBICACIÓN PARCELA			LATITUD	LONGITUD	M.S.N.M.	ESTADO DE DESARROLLO DEL RODAL (MARCAR)					
COORDENADAS U.T.M.						1: BRINZAL	2: M.B.B.	3: M.B.A.	4: LATIZAL	5: FUSTAL	6: MADURO
ARBOL N°	ESPECIE N°	D.A.P. cm ( > ó = a 10 cm. Clase diamétrica 2 en 2 cm.)	ALTURAS M.		TIPO ARBOL	DOMINANCIA	CALIDAD SECCION PRINCIPAL			OBSERVACIONES	
			FUSTAL	TOTAL			FORMA	SANIDAD	N° RAMAS GRUESAS		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
CODIGOS FORMULARIO											
CODIGOS ESPECIES NATIVAS						DESCRIPCION DEL ARBOL			EQUIPO DE TERRENO		
11 = ALERCE	16 = CIPRES CD.	21 = LINGUE	26 = RADAL	31 = ULMO	36 = AVELLANILLO	TIPO ARBOL	DOMINANCIA	NOMBRE Y FIRMA JEFE CUADRILLA			
12 = ARAUCARIA	17 = CIRUELILLO	22 = LLEUQUE	27 = RAULI	32 = TREVO	37 = GUINDO SANTO						
13 = AVELLANO	18 = COIGUE	23 = MAÑO H.C.	28 = ROBLE	33 = PEUMO	38 = OTRAS	1 = SELECCIÓN	1 = DOMINANTE				
14 = BOLDO	19 = LAUREL	24 = MAÑO H.L.	29 = TEPA	34 = MAITEN		2 = SECUNDARIO	2 = CODOMINANTE				
15 = CANELO	20 = LENGUA	25 = OLIVILLO	30 = TINEO	35 = ÑIRRE		3 = DESECHO	3 = TLRT - SEMITLRT				
FORMA (RESPECTO A LA SECCION PRINCIPAL)						SANIDAD			CALIFICACIONES SECCION TIPO DE ARBOL		
1 = RECTO, 1 O MAS TROZOS FOLIABLES, Y/O DEBOBINABLES						1 = SANO			SECCION = LARGO MAXIMO DEL FUSTE, HASTA DONDE SE PRODUCE EL CAMBIO DE CALIDAD, POR FORMA, SANIDAD, BIFURCACION, PORCION LIBRE DE RAMAS, O SECCION PODADA		
2 = PEQUEÑAS TORCEDURAS, MAS DE 60 % APROVECHAMIENTO, ASERRABLE						2 = SIGNOS DE DAÑO LOCAL					
3 = MALA, TORCEDURAS EN TODO EL FUSTE, DESTINO :TODO APROVECHAMIENTO						3 = MUY DAÑADO O QUEMADO					
DESCRIPCION TOCONES DE ARAUCARIA PRESENTES EN LA PARCELA											
TOCONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
DIAMETRO											
DIST/TOCONES m											



FORMULARIO INVENTARIO REGENERACION										
PREDIO:			SUELO:		N° PARCELA ANTERIOR:		PARCELA NUMERO			
COMUNA:			PENDIENTE: %		POS. TOP.					
EXPOSICIÓN:			INCENDIO:		SUP. PARCELA : 100 m2 CIRCULAR					
PTO PARTIDA ( GPS-X ):				RUMBO:		SOTOBOSQUE (% COBERTURA)		FECHA MEDICION		
PTO PARTIDA ( GPS-Y ):				MANEJO:						
UBICACIÓN PARCELA		LATITUD	LONGITUD	M.S.N.M.	RAMONEO (MARCAR)					
COORDENADAS U.T.M.						1 : LEVE		2 : MODERADO		3 : INTENSO
N° TOTAL PLANTAS ARAUCARIA	N° TOTAL PLANTAS OTRAS ESPECIES	N° TOTAL PLANTAS PARCELA	IDENTIFICACIÓN DE LAS OTRAS ESPECIES ARBOREAS		CODIGOS ESPECIES NATIVAS		RESTRICCIONES			
			ESPECIE	TOTAL	11 = ALERCE	25 = OLIVILLO	LA PARCELA DE REGENERACIÓN CONSIDERA ESPECIES ARBOREAS CON ALTURAS TOTALES MENORES A 1,5 M Y DIAMETROS INFERIORES A 8 CM. EL ESTABLECIMIENTO DE ESTA UNIDAD MUESTRAL TIENE COMO PUNTO CENTRO EL MISMO DE LA PARCELA DE BOSQUE  NOMBRE Y FIRMA JEFE CUADRILLA			
		12 = ARAUCARIA	26 = RADAL							
		13 = AVELLANO	27 = RAULI							
		14 = BOLDO	28 = ROBLE							
		15 = CANELO	29 = TAPA							
		16 = CIPRES CD.	30 = TINEO							
		17 = CIRUELLO	31 = ULMO							
		18 = COQUE	32 = TREVO							
		19 = LAUREL	33 = PEUMO							
		20 = LENGUA	34 = MAITEN							
		21 = LINGUE	35 = ÑARRE							
		22 = LLEBUQUE	36 = AVELLANILLO							
		23 = MAÑO H.C.	37 = GUINDO SANTO							
		24 = MAÑO H.L.	38 = OTRAS							
POSICION TOPOGRAFICA										
OBSERVACIONES										

FORMULARIO CARACTERIZACION ECOLOGICA			
PARCELA N°	BRIGADA =	N° TRANSECTO =	PREDIO =
FECHA =	ARCHIVO GPS =	SECTOR =	COMUNA =
	POSICION X =	N° PROCESO =	PROVINCIA =
		ALTITUD msnm =	ROL DEL PREDIO =
<b>TOPOGRAFIA</b> 			
<b>PENDIENTE</b> Forma <input type="checkbox"/> Cóncava <input type="checkbox"/> Convexa Claramente <input type="checkbox"/> Ligeramente <input type="checkbox"/> Grado de Erosión <input type="checkbox"/> nula <input type="checkbox"/> alta <input type="checkbox"/> baja <input type="checkbox"/> muy alta		<b>POSICION FISIOGRAFICA</b> <input type="checkbox"/> Dunas <input type="checkbox"/> Plano <input type="checkbox"/> Loma <input type="checkbox"/> Cerros <input type="checkbox"/> Montañas <input checked="" type="checkbox"/> Cerrada con Drenaje <input type="checkbox"/> Ladera Superior <input type="checkbox"/> Ladera Media <input type="checkbox"/> Ladera inferior <input type="checkbox"/> Meseta <input type="checkbox"/> Terraza <input type="checkbox"/> Valle <input type="checkbox"/> Hondonada	
		<b>EXPOSICION</b> <input checked="" type="checkbox"/> Sin exposición Grados (°) = <input type="text"/>	
<b>SUELO</b> Humus <input type="checkbox"/> Mull <input type="checkbox"/> Moder <input type="checkbox"/> Mor Profundidad <input type="checkbox"/> < 30 cm <input type="checkbox"/> 31-60 cm <input type="checkbox"/> 61-90 cm <input type="checkbox"/> > 91 cm Geología Sustrato <input type="text"/> Elem. observados en la calicata <input type="text"/> Textura <input type="text"/> Estructura <input type="text"/> Hidromorfismo <input type="text"/> Pedregosidad <input type="text"/>			
<b>DESCRIPCION DE LA VEGETACION</b>			
<b>Tipo Forestal</b> <input type="checkbox"/> Siempreverde <input type="checkbox"/> Roble - Rauli - Coligüe <input type="checkbox"/> Coligüe - Rauli - Tepa <input type="checkbox"/> Ciprés de la Cordillera <input type="checkbox"/> Lengua <input type="checkbox"/> Araucaria Subtipo <input type="text"/>		<b>Estado de Desarrollo</b> <input type="checkbox"/> Regeneración <input type="checkbox"/> Brinzal <input type="checkbox"/> Latizal <input type="checkbox"/> Fustal delgado <input type="checkbox"/> Fustal Grueso <input type="checkbox"/> Sobremaduro distribución <input type="checkbox"/> Homogénea <input checked="" type="checkbox"/> Heterogénea Regeneración <input type="checkbox"/> nula <input type="checkbox"/> baja <input type="checkbox"/> suficiente <input type="checkbox"/> alta <input type="checkbox"/> bajo dosel <input type="checkbox"/> sin dosel <input type="checkbox"/> ambas <input type="checkbox"/> % <input type="text"/>	
<b>Composición</b> <input type="checkbox"/> Puro <input type="checkbox"/> Mixto Monoestratificado <input type="checkbox"/> Biestratificado <input type="checkbox"/> Multiestratificado <input type="checkbox"/>		<b>Historia</b> <input type="checkbox"/> Quemado <input type="checkbox"/> Floreado <input type="checkbox"/> Raleado <input type="checkbox"/> Pastoreado <input type="checkbox"/> Sin intervención <input type="checkbox"/> Cosechado <b>Estado sanitario / Vi - For</b> <input type="checkbox"/> Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Malo	
<b>Origen/Tratamiento</b> <input type="checkbox"/> Monte alto. <input type="checkbox"/> Monte medio. <input type="checkbox"/> Monte bajo. <input type="checkbox"/> Plantación.		<b>Tamaño</b> <input type="checkbox"/> 1 0<HD<1 <input type="checkbox"/> 4 1<HD<4 <input type="checkbox"/> 8 4<HD<8 <input type="checkbox"/> 12 8<HD<12 <input type="checkbox"/> 20 12<HD<20 <input type="checkbox"/> >20 DAP <input type="text"/>	
		<b>Estructura</b> <input type="checkbox"/> Coetánea <input type="checkbox"/> Multietánea Pie a pie <input type="checkbox"/> En parquets <input type="checkbox"/> En bosquets <input type="checkbox"/> <b>Uso actual del suelo</b> <b>Cobertura de Copas</b> <input type="checkbox"/> Homogénea <input type="checkbox"/> Irregular con Hoyos de Luz <input type="checkbox"/> formando un dosel <input type="checkbox"/> Muy denso (>110%) <input type="checkbox"/> Denso (110 - 90%) <input type="checkbox"/> Ralo (90 - 70%) <input type="checkbox"/> Muy ralo (70 - 50%) <input type="checkbox"/> Espaciado (< 50%)	
<b>Objetivo</b>			
<b>General o prioritario</b> <input type="checkbox"/> Producción <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Protección <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Recreación <input type="checkbox"/>		<b>Normas Manejo</b> Estructura a <input type="checkbox"/> mantener <input type="checkbox"/> modificar <input type="checkbox"/> Coetánea <input type="checkbox"/> Multietánea Método de Ordenación <input type="checkbox"/> M. Alto <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Irregular <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Pie a pie <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> En parquets <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> En bosquets <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> M. Bajo <input type="checkbox"/> M. Medio <input type="checkbox"/> Conversión <input type="checkbox"/> Transformación	
<b>Riesgos o limitaciones</b> <input type="checkbox"/> Sin limitaciones <input type="checkbox"/> Anegamiento <input type="checkbox"/> Deslizamiento <input type="checkbox"/> Aludes y Rodados <input type="checkbox"/> Viento		<b>Normas Silvícolas</b> Método de Regeneración <input type="checkbox"/> Corta Protección <input type="checkbox"/> en <input type="checkbox"/> Faja <input type="checkbox"/> Bosquete <input type="checkbox"/> Pie a pie <input type="checkbox"/> Árbol semillero... <input type="checkbox"/> Selección o Jardnera <input type="checkbox"/> Plantación... Cortas Intermedias <input type="checkbox"/> Claro <input type="checkbox"/> por <input type="checkbox"/> a lo alto <input type="checkbox"/> a lo bajo <input type="checkbox"/> selectivo <input type="checkbox"/> fuerte <input type="checkbox"/> regular <input type="checkbox"/> suave <input type="checkbox"/> Limpia <input type="checkbox"/> C. Liberación <input type="checkbox"/> C. Mejoramiento <input type="checkbox"/> C. Sanitaria <input type="checkbox"/> Raleo con las Especies... <input type="text"/> d % <input type="text"/>	
<b>Sitios de Interés</b> <input type="checkbox"/> biológico <input type="checkbox"/> cultural			