

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES

DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

**CARACTERIZACIÓN DE PLANTACIONES CON ESPECIES
NATIVAS PARA FINES DE PROTECCIÓN, EN LA CUENCA
PERIURBANA DE LA CIUDAD DE ILLAPEL, REGIÓN DE
COQUIMBO**

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Forestal

JORGE LUIS SILVA CABELLO

Profesor Guía: Ingeniero Forestal, Sr. Antonio Vita Alonso

**SANTIAGO - CHILE
2004**

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES

DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

CARACTERIZACIÓN DE PLANTACIONES CON ESPECIES NATIVAS PARA FINES DE PROTECCIÓN, EN LA CUENCA PERIURBANA DE LA CIUDAD DE ILLAPEL, REGIÓN DE COQUIMBO

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Forestal

JORGE LUIS SILVA CABELLO

	NOTA	FIRMA
Profesor Guía		
Ingeniero Forestal, Sr. Antonio Vita Alonso	6,5	_____

Profesores Consejeros		
Ingeniero Forestal, Sr. Gustavo Cruz Madariaga	5,5	_____
Ingeniero Forestal, Sr. Federico Luebert Brunon	5,5	_____

A Dios
A mis padres y hermanos
A mi esposa e hijos

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis agradecimientos a todos quienes demostraron preocupación por incentivar me en el cumplimiento de una tarea tantas veces postergada, en particular al Ingeniero Forestal Sr. Antonio Vita Alonso, a los profesores consejeros, a los profesionales de la Corporación Nacional Forestal y a quienes me acompañaron en los recorridos de terreno.

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
2	ANTECEDENTES GENERALES	3
2.1	Antecedentes regionales	3
2.2	Antecedentes provinciales	3
2.2.1	<u>Provincia de Choapa</u>	3
2.2.2	<u>Comuna de Illapel</u>	3
2.2.3	<u>Ciudad de Illapel</u>	4
2.3	Acción de la Corporación Nacional Forestal (CONAF)	5
2.4	Especies seleccionadas	5
2.4.1	<u>Atriplex repanda Phil.</u>	5
2.4.2	<u>Prosopis chilensis (Mol.) Stuntz</u>	5
2.4.3	<u>Quillaja saponaria Mol.</u>	6
2.4.4	<u>Schinus molle L.</u>	6
2.4.5	<u>Senna candolleana (Vogel) Irw. et Barneby</u>	6
2.5	Experiencias de forestación con las especies seleccionadas	7
3	MATERIAL Y MÉTODOS	8
3.1	Área de estudio	8
3.1.1	<u>Ubicación</u>	8
3.1.2	<u>Coordenadas UTM</u>	9
3.1.3	<u>Límites</u>	9
3.1.4	<u>Propietario</u>	9
3.1.5	<u>Descripción medio físico</u>	9
3.1.5.1	Clima	9
	<i>Precipitaciones</i>	10
3.1.5.2	Suelos	12
3.1.5.3	Geomorfología	12
3.1.6	<u>Descripción medio biótico</u>	13
3.1.6.1	Vegetación	13
3.1.6.2	Fauna	13
	<i>Mamíferos</i>	13
	<i>Aves</i>	13
	<i>Reptiles</i>	13
3.1.7	<u>Descripción medio socio económico</u>	13
3.2	Método	15
3.2.1	<u>Recopilación de información</u>	15
3.2.2	<u>Reconocimiento del área</u>	15
3.2.3	<u>Toma de datos</u>	15
3.2.3.1	Vegetación natural	15
3.2.3.2	Plantaciones	17
3.2.3.3	Obras de conservación de suelos	17

3.2.4	<u>Procesamiento de la información</u>	17
3.2.4.1	Vegetación natural	17
3.2.4.2	Plantaciones	17
3.2.4.3	Obras de conservación de suelos	17
3.2.4.4	Material gráfico	17
3.2.5	<u>Análisis de resultados</u>	18
4	RESULTADOS	
4.1	Caracterización de las actividades de establecimiento y mantención de las plantaciones realizadas en el área de estudio	19
4.1.1	<u>Descripción del área de estudio</u>	19
4.1.1.1	Descripción de los sectores	21
	<i>Sector 1: Microcuenca Los Pimientos</i>	21
	<i>Sector 2: Microcuenca La Higuera</i>	21
	<i>Sector 3: Microcuenca Los Apestados</i>	22
	<i>Sector 4: Microcuenca El Eucalipto</i>	23
	<i>Sector 5: Microcuenca El Palqui</i>	23
	<i>Sector 6: Microcuenca El Estanque</i>	24
	<i>Sector 7: Microcuenca Los Husillos</i>	24
	<i>Sector 8: Microcuenca El Pedregal</i>	25
	<i>Sector 9: Microcuenca Los Cactus</i>	25
4.1.1.2	Descripción de unidades vegetacionales	28
4.1.2	<u>Descripción trabajo ejecutado</u>	27
4.1.3	<u>Acciones realizadas en el proyecto</u>	30
4.1.3.1	Exclusión del área	30
4.1.3.2	Tratamientos de control de erosión	30
	<i>Tratamientos de incremento de la infiltración</i>	30
	<i>Zanjas de infiltración</i>	30
	<i>Tratamientos de regulación de flujos hídricos</i>	31
	<i>Canal de desviación</i>	31
	<i>Muros de infiltración</i>	31
	<i>Tratamientos de regulación de flujos hídricos en cauces</i>	31
	<i>Diques de piedras</i>	31
	<i>Diques con estructuras gavionadas</i>	31
	<i>Tratamientos de control y estabilización de laderas</i>	32
	<i>Muretes</i>	32
4.1.3.3	Labores complementarias	32
	<i>Construcción de camino</i>	32
	<i>Habilitación de miradores y senderos</i>	33
4.1.3.4	Forestación	33
	<i>Abastecimiento de plantas</i>	33
	<i>Transporte interior</i>	33
	<i>Construcción de casillas</i>	34
	<i>Plantación</i>	34
4.2	Sobrevivencia y crecimiento de las especies seleccionadas	35
4.2.1	<u>Rodales identificados</u>	35
4.2.2	<u>Descripción plantaciones</u>	36
4.2.2.1	Sector 1: Microcuenca Los Pimientos	36

4.2.2.2	Sector 2: Microcuenca La Higuera	36
4.2.2.3	Sector 3: Microcuenca Los Apestados	37
4.2.2.4	Sector 4: Microcuenca El Eucalipto	38
4.2.2.5	Sector 5: Microcuenca El Palqui	38
4.2.2.6	Sector 6: Microcuenca El Estanque	38
4.2.2.7	Sector 7: Microcuenca Los Husillos	39
4.2.2.8	Sector 8: Microcuenca El Pedregal	39
4.2.2.9	Sector 9: Microcuenca Los Cactus	39
4.2.3	<u>Descripción plantaciones realizadas con las especies seleccionadas</u>	40
4.2.3.1	<i>Atriplex repanda</i> Phil.	40
	<i>Establecimiento</i>	40
	<i>Resultados</i>	41
4.2.3.2	<i>Prosopis chilensis</i> (Mol.) Stuntz	43
	<i>Establecimiento</i>	43
	<i>Resultados</i>	44
4.2.3.3	<i>Quillaja saponaria</i> Mol.	48
	<i>Establecimiento</i>	48
	<i>Resultados</i>	49
4.2.3.4	<i>Schinus molle</i> L.	51
	<i>Establecimiento</i>	52
	<i>Resultados</i>	53
4.2.3.5	<i>Senna candolleana</i> (Vogel) Irw. et Barneby	57
	<i>Establecimiento</i>	57
	<i>Resultados</i>	57
4.2.4	<u>Incidencia de las especies seleccionadas en la protección del suelo</u>	61
4.3	Recomendaciones acerca del futuro manejo de las especies seleccionadas	64
4.3.1	<u>Acciones de manejo</u>	64
4.3.1.1	Poda	64
4.3.1.2	Clareos	64
4.3.1.3	Acciones de cosecha de agua	64
4.3.1.4	Mantenimiento y recuperación de las obras de conservación de suelos	64
4.3.1.5	Reforestación	64
4.3.1.6	Tratamientos de conservación de suelos	65
4.3.1.7	Vigilancia	65
4.3.1.8	Educación	66
4.3.2	<u>Forestación en sectores con situaciones similares</u>	66
4.3.2.1	Salamanca	66
4.3.2.2	Canela Alta	67
4.3.2.3	Canela Baja	67
4.3.2.4	Illapel	67
4.4	Consideraciones	68
5	CONCLUSIONES	69
6	BIBLIOGRAFÍA	71
	Apéndice 1	74

Listado florístico Cerro Pajaritos	75
Apéndice 2	79
Listado especies utilizadas en labores de forestación Cerro Pajaritos	80
Apéndice 3: Material gráfico Cerro Pajaritos	81
Sectores área de estudio	82
Obras de conservación de suelos y afloramientos rocosos	83
Formaciones vegetacionales y especies nativas en categorías de conservación en área de estudio	84
Listado unidades vegetacionales	85
Plantaciones Cerro Pajaritos	86
Rodales	87
Apéndice 4	88
Rodales identificados	89
Apéndice 5	90
Niveles de sobrevivencia y cobertura de las especies seleccionadas	91
Anexo 1	92
Precipitaciones 1937-2003	93

INDICE DE CUADROS

1	Material cartográfico utilizado.	8
2	Coordenadas UTM del área de estudio.	9
3	Valores mensuales para algunos parámetros climáticos.	10
4	Precipitaciones del período 1998-2003 registradas por CONAF en Illapel.	11
5	Población de la comuna de Illapel período 1940-2002 (AGRARIA, 1999).	14
6	Categorías de recubrimiento.	16
7	Categorías de estratificación y codificación para los diferentes tipos biológicos.	16
8	Simplificación de la cobertura por tipo biológico.	16
9	Sectores correspondientes al área de estudio.	19
10	Superficie ocupada por afloramientos rocosos.	20
11	Descripción ejemplares de especies nativas Sector 1.	21
12	Desarrollo de especies vulnerables en Sector 5.	24
13	Distribución de formaciones vegetacionales por Sector.	26
14	Superficie de las unidades vegetacionales identificadas.	26
15	Resumen de las formaciones identificadas.	27
16	Diques construidos por sector.	31
17	Superficie forestada por año.	33
18	Especies utilizadas en labores de forestación del área.	33
19	Superficie forestada por especie.	35
20	Distribución de la superficie con plantación por sector.	36
21	Características de <i>Atriplex repanda</i> en Rodal 19.	43
22	Rodales de <i>Prosopis chilensis</i> por sector.	44
23	Porcentaje de sobrevivencia de <i>Prosopis chilensis</i> por rodales.	45
24	Cobertura por rodales de <i>Prosopis chilensis</i> .	46
25	Descripción de ejemplares de <i>Prosopis chilensis</i> .	47
26	Características de <i>Prosopis chilensis</i> en Sectores 1 y 2.	47
27	Rodales de <i>Quillaja saponaria</i> por sectores.	48
28	Sobrevivencia por rodales de <i>Quillaja saponaria</i> .	50
29	Cobertura por rodales de <i>Quillaja saponaria</i> .	50
30	Características de <i>Quillaja saponaria</i> .	51
31	Rodales de <i>Schinus molle</i> por sector.	52
32	Características de ejemplares de <i>Schinus molle</i> de fondo de quebrada.	54
33	Sobrevivencia y cobertura en rodales de <i>Schinus molle</i> .	55
34	Características de <i>Schinus molle</i> .	56
35	Rodales de <i>Senna candolleana</i> en Sector 3.	57
36	Cobertura y sobrevivencia en rodales de <i>Senna candolleana</i> .	58
37	Características de <i>Senna candolleana</i> en rodales 32 y 34.	59
38	Características de <i>Senna candolleana</i> en rodales 28 y 29.	60
39	Códigos de valoración de los niveles de sobrevivencia y coberturas.	61
40	Valoración de sobrevivencia en el área.	62
41	Valoración de la cobertura en el área.	62
42	Sectores a reforestar.	65
43	Trabajos de conservación de suelos a implementar.	65

INDICE DE FIGURAS

1	Ubicación de la Provincia de Choapa y la Ciudad de Illapel (I.G.M. 1985).	4
2	Ciudad de Illapel ubicada entre el Río Illapel y el Cerro Pajaritos.	8
3	Precipitaciones del período 1937-2003 registradas en la Estación Illapel (D.G.A.).	10
4	Frecuencia de montos de precipitaciones período 1975-2003	11
5	Distribución de las precipitaciones entre 1997 y 2003 sector Vivero Illapel.	12
6	Evolución de la población de la comuna de Illapel en el período 1940-2002.	14
7	Ubicación de los sectores que conforman el área de estudio.	20
8	Proporción de las formaciones vegetacionales del área de estudio.	27
9	Ubicación de área de estudio en relación a los centros poblados (escala aproximada 1:52.600).	28
10	Sector 2 del Cerro Pajaritos desde la Avenida principal de la Ciudad de Illapel.	29
11	Proporción de especies utilizadas en la forestación.	35
12	Ubicación de las plantaciones de <i>Atriplex repanda</i> , <i>Quillaja saponaria</i> y <i>Senna candolleana</i> .	40
13	Cantidad de fustes por planta.	41
14	Distribución de rangos de altura y de diámetro de tocón por individuos.	42
15	Distribución de rangos de diámetro y superficie de copa.	42
16	Distribución de alturas y diámetros de tocón por individuos.	45
17	Ubicación de los rodales de <i>Prosopis chilensis</i> en el área de estudio.	46
18	Rangos de diámetro de copa por individuos.	47
19	Plantación de <i>Quillaja saponaria</i> en Sector 3 (Rodalet 17 y 16).	48
20	Porcentaje de individuos por cantidad de fustes.	49
21	Porcentaje de individuos por rangos de diámetro de tocón y de altura.	50
22	Porcentaje de individuos por diámetros de copa y superficie de copa.	51
23	Aspecto de la plantación de <i>Schinus molle</i> en los Sectores 1 y 2.	52
24	Cantidad de fustes por individuos en Sectores 2 y 3	53
25	Situación de <i>Schinus molle</i> de mejor desarrollo ubicados en los Sectores 3 y 2	53
26	Distribución de diámetros de tocón.	54
27	Rangos de diámetros de copa y de superficies de copa por individuos.	56
28	Cantidad de fustes por individuo.	58
29	Porcentaje de individuos por rangos de altura en los Rodales 28 y 32.	58
30	Superficie de copa en Rodal 28.	59
31	Individuos de <i>Senna candolleana</i> que conforman el Rodal 32.	60
32	Ejemplar de <i>Senna candolleana</i> en Rodal 28.	60
33	Niveles de sobrevivencia observados.	62
34	Niveles de cobertura obtenidos.	63

RESUMEN

En la Ciudad de Illapel, ubicada en la Provincia de Choapa, Región de Coquimbo, coordenadas UTM 6.498.250 N y 294.390 E, se ejecutó a partir de 1975 un proyecto destinado a evitar el proceso erosivo de las laderas tributarias del Cerro Pajaritos en que se asienta la ciudad, problema que acarrea un considerable costo para el Municipio al ocurrir eventos de precipitaciones torrenciales. El trabajo desarrollado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) en el contexto de acciones similares en la Provincia de Limarí para la protección del Embalse Paloma, se ha complementado en las décadas posteriores con trabajos de mejoramiento y de mantención.

Se excluyó una superficie de 108,8 hectáreas, interviniéndola en su totalidad con trabajos de conservación de suelos, principalmente zanjas de infiltración en las laderas y obras de mampostería en seco en el fondo de las quebradas. Se forestó con especies nativas y exóticas, utilizando un total de 35 especies de las cuales 15 constituyen bosquetes o rodales.

El objetivo del presente estudio fue caracterizar las plantaciones con cinco especies nativas: *Atriplex repanda* Phil., *Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz, *Quillaja saponaria* Mol, *Schinus molle* L. y *Senna candolleana* (Vogel) Irw. et Barneby.

Los objetivos específicos consistieron en determinar la sobrevivencia y el crecimiento de las especies nativas seleccionadas y plantear recomendaciones acerca del futuro manejo de las especies seleccionadas.

Para el desarrollo del trabajo se revisó información existente en los archivos de CONAF y de la Ilustre Municipalidad de Illapel, de forma de conocer el contexto de las acciones. Con apoyo de material cartográfico se realizó un recorrido por el área de estudio identificando las especies existentes y las utilizadas en la forestación, describiendo los rodales conformados y la vegetación natural, sectorizando el área de acuerdo a las microcuencas que la conforman. En los rodales se determinó la sobrevivencia, realizando mediciones de altura, diámetro de tocón de cada fuste y diámetro de copa.

Se concluyó que la especie de mejor resultado en cuanto a sobrevivencia y desarrollo fue *Schinus molle*, que en la actualidad ocupa una superficie de 64,1 hectáreas, junto con *Prosopis chilensis* y *Quillaja saponaria*, que ocupan una superficie menor.

En el Sector 3 que corresponde a la Quebrada Los Apestados, donde se inició el proceso de forestación, el de mayor superficie y de mejores condiciones de exposición y presencia de especies nativas, se logró una mejor sobrevivencia y una promisoriosa recuperación de la vegetación natural.

Se plantea recomendaciones respecto al manejo de las especies, en el sentido de potenciar una mayor protección al suelo y de favorecer una escorrentía controlada, considerando labores de poda y clareos, de cosecha de aguas, reforestación y protección, identificando lugares de la Provincia de Choapa en que se justifica la implementación de trabajos similares al descrito.

SUMMARY

In the city of Illapel, province of Choapa, Region of Coquimbo, Chile, (UTM coordinates 6498250N, 294390E) a project to avoiding the erosive process on the tributary slopes of Pajaritos hills at the limits of the city was carried out since 1975. The erosion represented a problem in terms of very high costs to mitigate torrential rainfall problem. The work developed by the National Forestry Service (CONAF) in the extent of similar actions to protect the Paloma dam in the Province of Limarí has been complemented through the time with improvement and maintenance labor.

A surface of 108.8 hectares was excluded for developing soil conservation methodologies such as infiltration trenches on the slopes and dry masonry at the bottom of the ravines. Native and introduced plants were used to forest the area, with a total of 35 different species from which 15 were assigned to constitute stands.

The aim of the present study was to characterize the plantations with five native species: *Atriplex repanda* Phil., *Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz, *Quillaja saponaria* Mol, *Schinus molle* L. y *Senna candolleana* (Vogel) Irw. et Barneby.

The specific objectives were to evaluate the survival and growing of selected native species and to suggest recommendations concerning to the future management of selected species.

For the development of this work information from CONAF and the Municipality of Illapel files were reviewed, in order to take account the context of the activities. In support of cartography a route all over the area of study was carried out identifying the occurring species and those which were used for the forestation, describing the stands established on the site and the natural vegetation, dividing the area according to the existing micro-basins of the place. In the stands, the survival was evaluated through height measures, stump diameter of each trunk, and canopy diameter.

It is concluded that the species with the best results in terms of survival and growing was *Schinus molle*, which is distributed on 64.1 hectares, together with *Prosopis chilensis* and *Quillaja saponaria*, these latter species occupying a minor area.

In the sector 3 corresponding to Quebrada Los Apestados where the forestation process was initiated in a greater surface with better exposed slopes and presence of native species, the best survival values and a promising recovery of the vegetation was achieved.

Recommendations about the management of species are suggested, in order to strengthen the soil protection and promote a controlled run-off considering pruning and clearing, rainwater harvesting, reforestation and protection, identifying other sites on province of Choapa to carrying out similar works.

1 INTRODUCCIÓN

La Región de Coquimbo ha sufrido por décadas un fuerte impacto en sus características ambientales, producto de la sobreexplotación de sus recursos naturales, originado en la necesidad de la población de habilitar terrenos para la agricultura, la explotación ganadera y la minería. Esta situación afectó el equilibrio y funcionamiento de los ecosistemas, provocando graves consecuencias como: inundaciones, deslizamiento de suelo, aluviones y procesos de erosión, restringiendo su potencial productivo y la calidad de vida de la población.

En la actualidad, la región está afectada por un creciente proceso de desertificación, principalmente concentrado en los sectores de secano pertenecientes a las Comunidades Agrícolas, sistema de tenencia de la tierra originado en la época colonial y que también incide en forma importante en los sectores urbanos (Soto, 1999).

Las acciones de forestación iniciadas hace más de tres décadas en el sector de secano de la Región de Coquimbo han permitido ofrecer alternativas de desarrollo a los campesinos y proteger el suelo de la erosión, que se evidencia con mayor intensidad al ocurrir eventos pluviométricos de intensidad, con el consiguiente empobrecimiento.

En los alrededores de las ciudades, fundadas hace más de doscientos años, el proceso de degradación se evidenció en menor plazo, debido a la fuerte demanda para la obtención de leña y productos del bosque, lo que originó la deforestación de laderas y planicies, afectando la calidad de vida de la población por el empobrecimiento de los suelos y del paisaje, es decir de los recursos bióticos y abióticos.

Uno de los esfuerzos relevantes realizados para revertir esta situación lo constituye el trabajo de revegetación y conservación de suelos iniciado hace más de veinticinco años en la cuenca periurbana conformada por el Cerro Pajaritos en que se ubica la Ciudad de Illapel. Ello permitió validar a la Ingeniería Forestal como una disciplina capaz de dar una respuesta efectiva a la comunidad en lograr una mejor calidad de vida, al posibilitar la recuperación de la cubierta vegetal en un sector fuertemente degradado y generar un lugar de esparcimiento para la población.

En este contexto, el objetivo del presente estudio fue caracterizar las plantaciones con cinco especies nativas : *Atriplex repanda* Phil., *Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz, *Quillaja saponaria* Mol, *Schinus molle* L. y *Senna candolleana* (Vogel) Irw. et Barneby, utilizadas en los trabajos de forestación realizados con fines de protección en la cuenca periurbana de Illapel.

El interés de trabajar con especies nativas se basa en la necesidad de incrementar su uso en proyectos de forestación en los que, producto del estado actual de degradación de los ecosistemas, se ha privilegiado las especies exóticas que resultan de mejor desarrollo por su mayor rusticidad y rápido crecimiento, en especial de los géneros *Atriplex* y *Acacia*. Especies nativas se han utilizado en proyectos de carácter demostrativo y en plantaciones realizadas en sectores ubicados en situaciones más favorables para su desarrollo, principalmente *Prosopis chilensis* y *Quillaja saponaria* con resultados no siempre exitosos que desmotivan a los propietarios de los terrenos en su uso.

Los objetivos específicos fueron:

- Caracterizar las actividades de establecimiento y mantención de las plantaciones realizadas en el área de estudio.
- Determinar la sobrevivencia y el crecimiento de las especies nativas seleccionadas.
- Plantear recomendaciones acerca del futuro manejo de las especies seleccionadas.

2 ANTECEDENTES GENERALES

2.1 Antecedentes regionales

La Región de Coquimbo forma parte del denominado Norte Chico y se ubica entre las regiones de Atacama y de Valparaíso, con una superficie de 4.055.108 hectáreas (CONAF, 2004) que representa el 5,2% del total del país y una población de 603.210 habitantes (INE, 2003), del cual un 78% corresponde a población urbana, con una densidad de 0,15 individuos por hectárea.

El paisaje es particularmente diferente al del resto del país, dominado por un relieve abrupto, que restringe los sectores planos a los llanos, a las terrazas fluviales y a las planicies de la costa. El 40,8% de la superficie regional se encuentra bajo los 1.000 msnm y el 35,8% sobre los 2.000 msnm (CONAF, 2004). El clima de tipo mediterráneo árido está influido fuertemente por las características de topografía, exposición, latitud, con precipitaciones irregulares que se concentran en invierno.

La economía se basa en orden de importancia en la minería, la agricultura, el comercio, el turismo, la pesca y la industria manufacturera. Destaca el comportamiento de los principales emplazamientos humanos que han estado determinados por el desarrollo de las actividades económicas, cerca del mar y en los cursos de agua que riegan los valles transversales (GORE, 1994).

El principal problema ambiental que afecta a la región lo constituye el proceso de desertificación, que es el resultado de una serie de factores que interactúan entre sí: el empobrecimiento y reducción de la cubierta vegetal, la exposición del suelo a la erosión hídrica y eólica acelerada, la disminución de sus contenidos orgánicos y de nutrientes, y el deterioro de su estructura y capacidad de retención de humedad (Torres, 1993).

2.2 Antecedentes provinciales

2.2.1 Provincia de Choapa

La Provincia de Choapa (Figura 1) ubicada al sur de la Región de Coquimbo, ocupa una superficie de 1.011.652 hectáreas (CONAF, 2004), siendo su capital la Ciudad de Illapel. Se encuentra conformada por cuatro comunas: Canela, Illapel, Salamanca y Los Vilos, con una población de 81.681 habitantes de acuerdo al censo de 2002 (INE, 2003) que representa el 13,5% de la población regional.

2.2.2 Comuna de Illapel

A la Comuna de Illapel, que se encuentra en la cuenca del Río Choapa, le corresponde una superficie de 263.724 hectáreas con una población de 30.355 habitantes (INE, 2003), de los cuales 21.826 habitan en sectores urbanos y 8.529 en áreas rurales. Las características dominantes del paisaje de la comuna están dadas por el predominio de una fuerte gradiente altitudinal, diferenciándose cuatro unidades territoriales homogéneas (Gajardo et al. , 1996): serranías (entre 400 y 1.200 msnm) con un 50,1% de la superficie, baja montaña (entre 1.200 y 2.000 msnm), media montaña y cordillera (sobre 2.000 msnm).

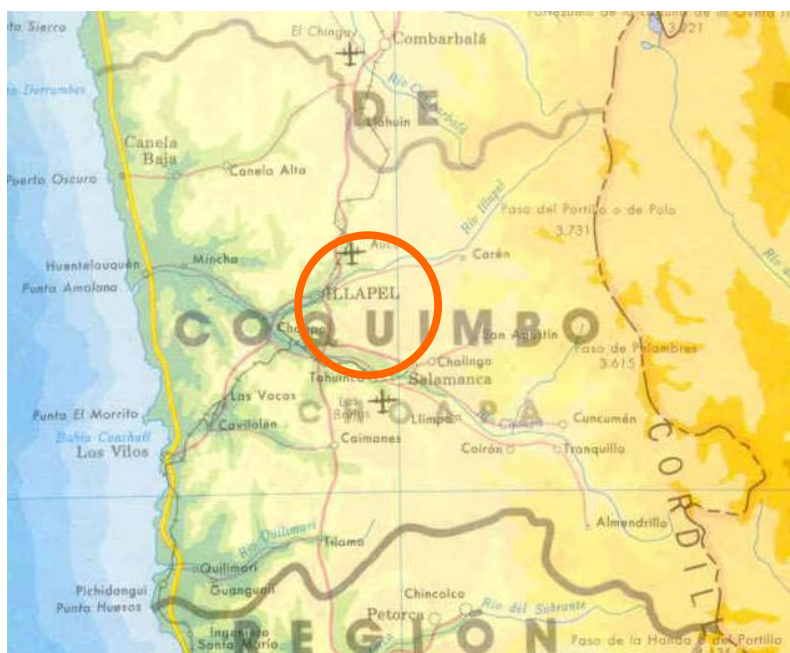


Figura 1.

Ubicación de la Provincia de Choapa y la Ciudad de Illapel (I.G.M., 1985).

2.2.3 Ciudad de Illapel

La Ciudad de Illapel fue fundada en 1754, entre el Cerro Pajaritos y el Río Illapel, por las “excelentes condiciones que ofrecía para la pastura de los animales con que contaría la población”, como un caserío para los habitantes que se fueron radicando en la zona dada la riqueza aurífera existente. En ese año se definió la localización y el primer trazado de solares siendo fundada como la Villa de San Rafael de Rozas. En 1867 se le concedió el título de ciudad, comenzando la construcción de viviendas y la consolidación del desarrollo urbano (Villarroel et al, 1988).

Como capital provincial y comunal es asiento de la Gobernación y de los servicios públicos provinciales lo que determina un activo papel en la oferta de servicios administrativos y educacionales. Desde 1970 a la fecha se ha observado un incremento de la población con tasas de crecimiento que oscilan entre 1,9 y 2%, lo que originó la necesidad de incorporar nuevos terrenos para desarrollar programas habitacionales. En 1990 se conformó un núcleo urbano separado de la ciudad, al poniente de la Quebrada La Aguada: la Villa San Rafael de Rozas (SEREMI Vivienda, 2001).

En la actualidad el límite norte de la ciudad alcanza lo que fuera el trazado del ex Canal del Tránsito (380 msnm), el límite sur lo constituye la línea del Ferrocarril, por el oriente las instalaciones de la Empresa Minera Cerro Centinela y por el poniente el Cerro La Puntilla del Mirador (SEREMI Vivienda, 2001).

El Plan Regulador Comunal de 1972, definió una franja de restricción al desarrollo urbano en la parte norte para proteger y atenuar el acelerado proceso de erosión. Esta área fue ocupada de manera espontánea en desarrollo habitacional alcanzando el límite urbano norte. Posteriormente el Plan Regulador Comunal de 1984 acogió esta situación de hecho y estableció normas sobre el área, definiéndola como de uso habitacional, excepto el

sector extremo oriente, por ser una zona de alto riesgo dada la existencia de una gran cantidad de rocas en su nivel medio (SEREMI Vivienda, 2001).

2.3 Acción de la Corporación Nacional Forestal (CONAF)

La Corporación Nacional Forestal es una entidad de derecho privado dependiente del Ministerio de Agricultura, cuya Misión es la de *garantizar a la sociedad el uso sostenible de los ecosistemas forestales y el patrimonio natural, mediante la administración de instrumentos de fomento forestal y de la legislación de protección y conservación, con el objeto de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de las actuales y futuras generaciones* (CONAF, 2003).

En la Región de Coquimbo ha desarrollado una labor enfocada a las acciones de fomento, de fiscalización, de prevención y control de incendios forestales y a la creación y administración de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado. En su calidad de organismo rector de la actividad forestal, la Corporación inició sus actividades en la región en 1972, la que se fue potenciando a medida que se avanzaba en el conocimiento de la realidad regional y se lograba implementar programas y políticas nacionales apropiadas a una zona relativamente marginal desde un punto de vista forestal, producto de su condición edafoclimática desfavorable para el establecimiento de plantaciones forestales (Cerdeña, 1990).

2.4 Especies seleccionadas

2.4.1 Atriplex repanda Phil.

El *Atriplex repanda*, de nombre común sereno, es una especie de hábito arbustivo que pertenece a la familia Chenopodiaceae. Endémico de la zona norte se encuentra en forma natural desde el valle de Huasco (Región de Atacama) hasta el valle de Quilimarí (Región de Coquimbo) y hasta una altitud de 1.500 msnm (Serra, 1998).

Es un arbusto siempreverde, erecto y de forma globosa y con un sistema radicular pivotante, que alcanza alturas de 1,5 m y diámetros de copa de hasta 2 m, ramificándose libremente desde la base. Las hojas varían entre 12 a 30 mm de largo, con flores pocas vistosas. Es considerada una de las mejores especies forrajeras por su palatabilidad y valor alimentario debido a que presenta pocos minerales y alto contenido de fibra. Posee además un alto valor para el desarrollo de acciones que permitan una rehabilitación de terrenos alterados de zonas áridas (Serra, 1998).

2.4.2 Prosopis chilensis (Mol.) Stuntz

El algarrobo, *Prosopis chilensis*, una de las especies de mayor interés de la zona norte, perteneciente a la familia Mimosaceae, es un árbol característico de los llanos y serranías interiores, en lugares con disponibilidad de agua durante todo el año (Serra, 1998). Es de amplia distribución en Sudamérica en las zonas áridas cálidas de Bolivia, Argentina y Chile, donde se le encuentra desde Copiapó hasta la Región Metropolitana.

Es un árbol espinoso de hasta 15 m de alto, copa esférica, tronco de hasta 80 cm de diámetro, corteza café rojiza surcada longitudinalmente, fácilmente desprendible, ramas

flexibles, arqueadas con espinas blanquecinas de hasta 6 cm de largo. Hojas caducas, compuestas, bipinnadas, (Rodríguez et. al, 1983). Las flores de color amarillo son pequeñas y dispuestas en racimos. Se caracteriza por la presencia de ramificaciones y la presencia de un fuste corto y tortuoso, no siendo usual obtener trozas rectas que superen los dos metros.

2.4.3 Quillaja saponaria Mol.

El quillay, *Quillaja saponaria*, es un árbol siempreverde perteneciente a la Familia Rosaceae, que se encuentra desde la Región de Coquimbo hasta Arauco, tanto en la cordillera como en el valle central.

Es un árbol de hasta 27 m de altura y un metro de diámetro. Las hojas son simples, alternas, brillantes debido a la gruesa capa de cera que las recubre, de forma oblonga, coriáceas, de color verde claro y bordes ligeramente dentados. Los frutos, pentafolículos estrellados, producen semillas aladas y permanecen secos y abiertos en el árbol.

Un valor importante de la especie es el alto contenido de saponina en su corteza, que permite su uso tanto a nivel artesanal y a nivel industrial en la producción de cosméticos, jabones, sustancias en extintores de incendios, dentífricos y reveladores fotográficos). Todo el árbol contiene cantidades significativas de saponina: la corteza tiene un 11,6%, las ramas un 10%, la madera de fuste un 8,8% y las hojas un 6,1% (Faúndez y Mieres, 1987)

2.4.4 Schinus molle L.

El pimiento boliviano, *Schinus molle*, es un árbol siempreverde perteneciente a la familia Anacardiaceae y que fue introducido al país por los incas, encontrándose desde la Región de Tarapacá hasta la Región Metropolitana. Es un árbol que puede alcanzar hasta 25 m de altura, de tronco grueso, con protuberancias en los ejemplares adultos, la corteza grisácea y con estrías. La corteza contiene abundantes taninos. La copa es redondeada con ramas péndulas y de follaje tenue. Las hojas compuestas son alternas pinnadas, de folíolos lanceolados, de color verde brillante, glabras y que al ser cortadas exhalan un olor penetrante.

Las semillas son redondeadas, las flores son muy pequeñas y están reunidas en panículas axilares, hacia el extremo de las ramas. Los frutos corresponden a drupas rojizas de unos 5 mm de diámetro con la cáscara suelta y de sabor picante. Es un árbol ornamental rústico y de rápido crecimiento (Montenegro, 2000).

2.4.5 Senna candolleana (Vogel) Irw. et Barneby (sin. Cassia closiana Phil.)

El quebracho, *Senna candolleana*, es un árbol siempreverde, perteneciente a la familia Caesalpiniaceae, que se encuentra desde la Región de Coquimbo hasta Colchagua. Es un árbol de copa redondeada y follaje denso de hasta 6 m de altura con hojas coriáceas compuestas de 6 o 7 pares de folíolos y de 10 cm de largo. Las flores son muy llamativas de color amarillo, reunidas en inflorescencias, con floración desde el invierno hasta mediados del verano. El fruto es una legumbre angosta y larga indehiscente, con las semillas separadas por tabiques (Montenegro, 2000).

Es utilizada como planta ornamental y para la obtención de postes y forraje para el ganado caprino en el secano de la Región de Coquimbo. Su flor es utilizada en medicina popular.

2.5 Experiencias de forestación con las especies seleccionadas

En la Región de Coquimbo se ha trabajado en una proporción bastante baja con especies nativas, siendo destacables las acciones realizadas en los ensayos de introducción de especies (Vita, 1998) y las plantaciones con *Prosopis chilensis*, en la Provincia de Limarí.

Oyarzún y Palavicino (1984), realizaron una evaluación de especies nativas en la Provincia de Choapa orientado a la producción de leña, que permitió un importante aporte a estudios posteriores de uso de recursos.

Con las especies arbustivas del género *Atriplex*, precursoras en los proyectos de forestación acogidos a los beneficios del Decreto Ley 701/74, se ha forestado desde 1976. Para estas plantaciones, Soto (1982) realizó una evaluación silvícola, en sectores con presencia de las especies de *Atriplex* y cuatro tratamientos de suelo: hoyadura, hoyadura y colectores, surcado con tractor y subsolado. Para todas las localidades, *Atriplex repanda* demostró ser la más sensible a variaciones edafoclimáticas, siendo la hoyadura la que aportaba el menor beneficio al desarrollo de las plantas.

Por otra parte, en su propuesta de especies a utilizar con fines dendroenergéticos en la Provincia de Choapa, Ruiz de Gamboa (1986) consideró *Quillaja saponaria* y *Schinus molle*, esta última identificada como muy resistente a la sequía y a los suelos degradados.

FAO (1997) recomendó para la forestación en las zonas áridas y semiáridas de Chile, diversas especies arbóreas y arbustivas, entre las que se encuentran *Atriplex repanda*, *Prosopis chilensis* y *Schinus molle*.

En el estudio de ensayos de introducción de especies leñosas nativas con fines forrajeros (Serra et al. 1986), se propuso varias especies de usos mixtos, tanto para conservación como para producción: *Muehlenbeckia hastulata*, *Porlieria chilensis*, *Cordia decandra*, *Flourensia thurifera*, *Adesmia spp.*, *Krameria cistoidea*, *Caesalpinia angulata*, y *Bridgesia incisifolia*, entre otras.

Desde 1997 a la fecha, la Corporación Nacional Forestal ha propiciado la incorporación a los trabajos de forestación, de las especies *Prosopis chilensis* en la Provincia de Limarí y *Quillaja saponaria* en la Provincia de Choapa. En la Comunidad Agrícola Higuieritas Unidas y en el sector El Huacho de la Comunidad Agrícola Jiménez y Tapiá, se cuenta con 80 hectáreas de *Prosopis chilensis* de buen desarrollo. En la Provincia de Choapa se ha realizado forestaciones con *Quillaja saponaria* en las Comunidades Agrícolas de Tunga Sur y El Chiñe y en el Fundo Camisas, acogidas a los beneficios que brinda la legislación forestal, con el objetivo de potenciar el uso de la especie como planta de interés melífero y para la obtención de extraíbles.

3 MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

3.1.1 Ubicación

El Cerro Pajaritos se ubica al norte del río Illapel enfrente de la Quebrada Los Lavaderos, entre la confluencia del estero Aucó con el río en su costado Este, y la Quebrada La Aguada por el Oeste. En este lugar se conformó la Ciudad de Illapel (Figura 2), con un crecimiento radial iniciado en el sector más bajo, extendiéndose en la actualidad hasta una altitud de 400 msnm.



Figura 2.

Ciudad de Illapel ubicada entre el Río Illapel y el Cerro Pajaritos.

El acceso principal a la Ciudad de Illapel está dado por la Ruta D 85 Los Vilos–Illapel que se inicia a la altura del kilómetro 228 de la Ruta 5 Norte, por la que se debe recorrer una distancia de 55 km. Existen además otros tres accesos por la Ruta 5 Norte, los caminos que se inician en Huentelauquén Norte, Huentelauquén Sur y Angostura de Gálvez. Esta última ruta está pavimentada desde 2003.

El material cartográfico utilizado que permite la identificación del sector se indica en el Cuadro 1.

Cuadro 1.
Material cartográfico utilizado.

N°	Tipo de material	Escala	Especificación
1	Cartas I.G.M.	1:25.000	La Aguada 313000-710730
2	Cartas I.G.M.	1:25.000	Illapel 313730-710730
3	Cartas I.G.M.	1:50.000	Illapel
4	Fotografías Aéreas	1:30.000	Vuelo SAF 78 CH 30 N° 1392,1393-1347 a 1349
5	Ortofoto	1:10.000	Illapel 3135-7107
6	Fotografía digital año 2000	1:70.000	E 14 Illapel

I.G.M.: Instituto Geográfico Militar

3.1.2 Coordenadas UTM

En el Cuadro 2, se indica las coordenadas UTM de los puntos de referencia que permiten la ubicación del área de estudio.

Cuadro 2.
Coordenadas UTM del área de estudio.

Punto referencia	N	E
Plaza de Armas de Illapel	6.498.250	294.390
Acceso sector excluido	6.499.300	293.800
Parte alta (746 msnm)	6.499.900	295.180
Confluencia estero Aucó-río Illapel	6.499.500	296.800

3.1.3 Límites

Los límites del área de estudio son los siguientes:

Norte : Fundo La Aguada

Sur : Ciudad de Illapel

Este : Hacienda Illapel

Oeste : Fundo La Aguada y Ciudad de Illapel.

3.1.4 Propietario

Los terrenos pertenecían a la ex Hacienda Illapel, de propiedad de la Sociedad de Parceleros ex Hacienda Illapel Ltda., siendo en la actualidad del Ministerio de Bienes Nacionales, de acuerdo a información proporcionada por la Ilustre Municipalidad de Illapel. El sector ubicado en la vertiente norte del área excluida, forma parte del Fundo La Aguada de propiedad del Sr. Ramón Jorge Aracena González.

3.1.5 Descripción medio físico

3.1.5.1 Clima

El clima es de tipo mediterráneo caracterizado por períodos de sequía con alternancia de otros de lluvias intensas que ocasionan graves pérdidas. Los veranos son secos y cálidos con temperaturas que superan los 30° C. El área se encuentra en el Distrito Agroclimático Illapel que se ubica a 35 km de la costa. La temperatura máxima del mes más cálido es de 27,7 ° C, mientras que la temperatura mínima del mes más frío alcanza a 4,6 ° C (Caldentey, 1987).

En el Cuadro 3 se refiere antecedentes de los principales parámetros climáticos determinados para el Distrito Agroclimático 6 B (González del R. et. al, 2001).

Cuadro 3.
Valores mensuales para algunos parámetros climáticos.

Parámetro	Unidad	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
Temperatura máxima	°C	27,2	26,5	24,6	22,1	19,5	17,7	17,0	17,2	18,9	21,4	24,2	26,4	21,9
Temperatura mínima	°C	12,1	11,6	10,2	8,2	6,3	4,9	4,4	4,9	5,9	7,9	9,9	11,5	8,2
Temperatura media	°C	18,8	18,2	16,6	14,5	12,4	10,8	10,2	10,6	11,9	14,0	16,3	18,1	14,4
Días grado	D.G.	263	246	199	137	91	67	60	63	82	124	193	243	1.769
Días grado acumulados	D.G.	823	1.069	1.268	1.405	1.496	1.563	1.623	1.686	1.768	124	317	560	1.768
Días cálidos	Días	22	20	14	6	1	0	0	0	1	4	12	20	100
Horas de frío	Horas	0	0	1	19	80	193	244	200	93	26	2	0	858
Horas de frío acumuladas	Horas	0	0	0	0	80	273	517	717	810	836	838	838	858
Radiación Solar	Ly/día	585	560	493	400	308	241	216	241	308	401	493	560	401
Humedad relativa	%	61	62	63	66	68	69	70	69	67	65	63	61	65
Precipitación	mm	0,4	0,9	1,4	9,1	43,4	57,5	39,3	27,2	9,6	5,8	1,5	0,9	197,0
Evapotranspiración potencial	mm	178,8	169,5	144,0	109,1	74,3	48,8	39,5	48,8	74,3	109,2	144,0	169,5	1.309,8
Déficit hídrico	mm	178,4	168,6	142,6	100,0	30,9	0,0	0,2	21,6	64,7	103,5	142,5	168,6	1.121,5
Excedente hídrico	mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,7	3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,6
Índice de humedad	pp/etp	0,00	0,00	0,00	0,08	0,58	1,18	0,99	0,56	0,13	0,05	0,01	0,00	0,15
Heladas	Días	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,5	3,7	2,5	1,0	0,1	0,0	0,0	10,4

Precipitaciones

Las precipitaciones se concentran en el período mayo - agosto, siendo de una marcada variabilidad. En el Anexo 1 se refiere las observaciones registradas por la Dirección General de Aguas (D.G.A.) en la Estación Meteorológica Illapel (Coordenadas UTM 6.497.040 N; 293.110 E) correspondientes al período 1937-2003, las que se grafican en la Figura 3.

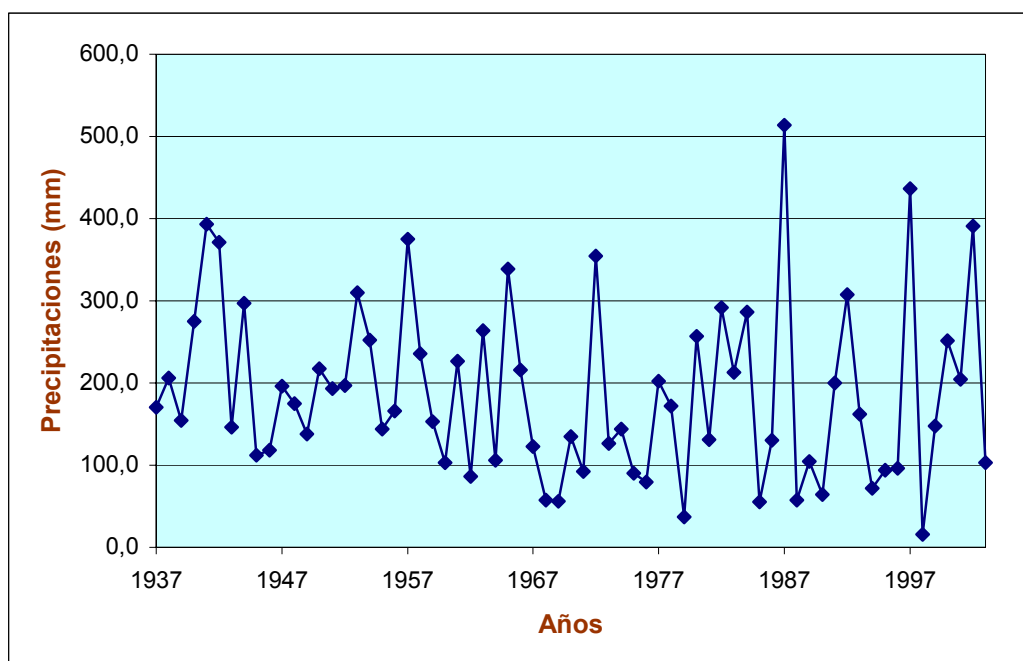


Figura 3.
Precipitaciones del período 1937-2003 registradas en la Estación Illapel (D.G.A.).

Del período considerado, un 22,7% corresponde a años con precipitaciones entre 100 y 150 mm, representando el porcentaje mayor de frecuencia, ubicándose con 18,2 y 16,7% los valores de 50 a 100 mm y 150 a 200 mm respectivamente. En la Figura 4 se grafica los rangos de precipitaciones del período 1975-2003, en que el promedio alcanzó a 178,1 mm, con valores extremos de 15,8 en 1998 y 513,4 en 1987.

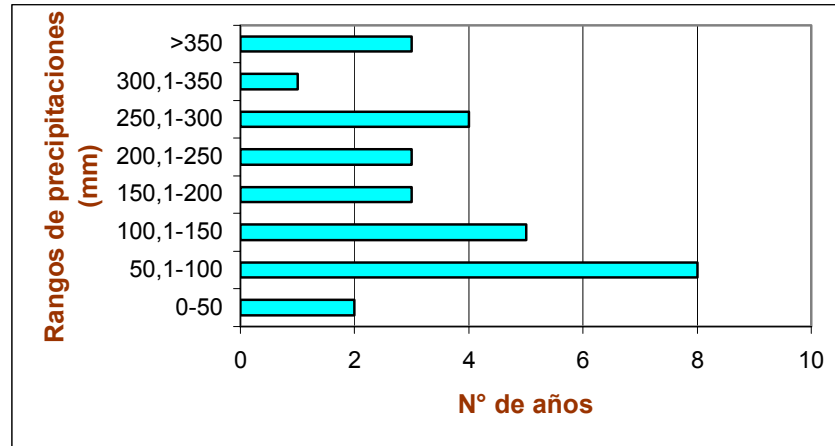


Figura 4.
Frecuencia de montos de precipitaciones período 1975-2003.

En el Cuadro 4, se indica los montos de precipitación registrados por la Corporación Nacional Forestal en el pluviómetro que mantiene en el Vivero Illapel ubicado en la ribera sur del Río Illapel a un costado de la Ruta Illapel-Salamanca (Coordenadas UTM 6.498.340 N; 295.800 E) correspondientes al período 1997-2003, que alcanzó en promedio a 207,7 mm (Figura 5).

Cuadro 4.
Precipitaciones del período 1997-2003 registradas por CONAF en Illapel.

Año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
1997	0,0	0,0	0,0	0,0	26,5	208,0	13,5	123,5	9,5	40,5	1,5	0,0	423,0
1998	0,0	0,0	0,0	4,5	1,0	12,9	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	19,6
1999	0,0	0,0	2,8	1,0	12,1	13,7	3,3	51,6	42,1	19,5	0,0	0,0	146,1
2000	0,0	0,0	0,0	0,8	39,2	124,4	16,0	0,0	58,8	0,0	0,0	0,0	239,2
2001	0,0	0,0	0,8	2,3	26,0	0,0	118,4	28,1	4,5	6,2	0,0	0,0	186,3
2002	0,0	0,0	7,6	3,4	59,1	136,3	97,1	55,3	1,3	0,0	0,0	0,0	360,1
2003	0,0	0,0	0,0	0,0	42,5	16,6	20,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	79,6

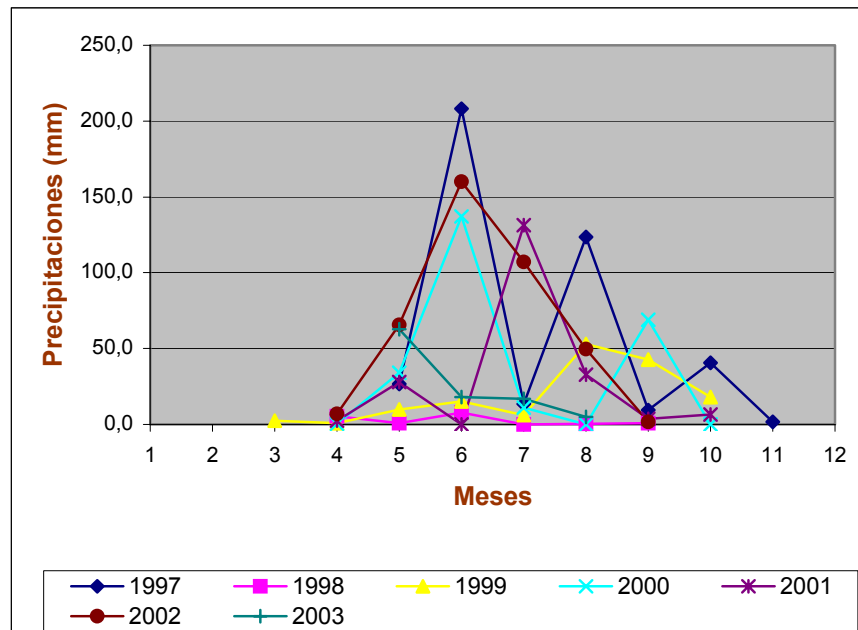


Figura 5.

Distribución de las precipitaciones entre 1997 y 2003 sector Vivero Illapel.

3.1.5.2 Suelos

Los suelos son derivados de materiales generadores de tipo granítico y descansan sobre arcillas poco densas a densas, con gravas, casquijos y piedras, presentando variación en profundidad, siendo por lo general delgados, entre 15 y 40 cm. Las texturas son moderadamente pesadas a pesadas, con bajo contenido de materia orgánica (IREN, 1977). La profundidad del suelo varía entre 15 y 60 cm.

La capacidad de uso de estos suelos corresponde a la clase VII, entendido como aquellos destinados a praderas y que requieren prácticas intensivas de conservación y manejo de suelos, para evitar su destrucción, comprendiendo los de pendientes fuertes y de profundidad menor. La erosión no se observa en las pendientes más escarpadas sino en las moderadas en que ha existido algún tipo de laboreo, condición de protección que también aporta la mayor existencia de piedras (IREN, 1977).

3.1.5.3 Geomorfología

En la zona no está presente la depresión intermedia que en el resto del territorio permite diferenciar la Cordillera de la Costa de la Cordillera de Los Andes, apareciendo cordones montañosos orientados transversalmente que unen ambas cordilleras (Ibarra et al, 1988).

En el área de estudio se distinguen tres rasgos geomorfológicos: una parte alta con escaso suelo, un sector intermedio con suelos delgados y presencia de afloramientos rocosos, de pendientes pronunciadas y exposición preferentemente sur y un sector bajo con pendientes moderadas y suelos ligeramente más profundos. Las altitudes varían entre 400 y 760 msnm con una diferencia de cotas de 360 m y con pendientes entre 30 y 70%.

3.1.6 Descripción medio biótico

3.1.6.1 Vegetación

De acuerdo a la clasificación de la vegetación de Chile planteada por Gajardo (1993), el área se ubica en la Formación de Matorral Estepario Interior correspondiente a la Región del Matorral y del Bosque Esclerófilo, y a la Sub-Región del Matorral Estepario, la que ocupa los llanos y serranías sin influencia directa del océano. Entre las especies más frecuentes se encuentra *Flourensia thurifera*, *Heliotropium stenophyllum*, *Proustia cuneifolia*, *Gutierrezia resinosa*.

En el Apéndice 1 se indica el detalle de las especies identificadas en el área. Entre las especies en categorías de conservación de acuerdo a Squeo et al. (2001) destaca la presencia de: *Bridgesia incisifolia*, *Kageneckia oblonga*, *Maytenus boaria*, *Porlieria chilensis* y *Quillaja saponaria*, clasificadas como especies vulnerables.

3.1.6.2 Fauna

Producto de la recuperación de la vegetación del sector es posible observar la presencia de fauna, la que se ve afectada directamente por la cercanía a la población urbana y el efecto del ganado que pasta en los alrededores del límite norte.

Mamíferos: Entre los mamíferos se encuentran *Oryctolagus cuniculus* (conejo), *Lepus capensis* (liebre), *Pseudalopex culpaeus* (zorro culpeo), *Pseudalopex griseus* (zorro chilla), *Spalacopus cyanus* (cururo), *Octodon degus* (degú) y *Thylamys elegans* (yaca).

Aves: Entre las aves más comunes se encuentran *Pteroptochus megapodius* (turca), *Sephanoides galeritus* Mol (picaflor), *Nothoprocta perdicaria* Kittlitz (perdíz) y rapaces, siendo posible su avistamiento sobretodo en primavera, cumpliendo una importante misión en la dispersión de los frutos y semillas. En algunas épocas del año se ha observado la presencia de gaviotas (*Larus dominicanus*).

Reptiles: Los ambientes del área con afloramientos rocosos ubicadas en las partes más altas y con mayor insolación permiten la presencia de diferentes especies de reptiles, entre las que se observa lagartijas, lagartos (*Liolaemus spp.*), culebras de cola corta (*Tachymenis chilensis*) e iguanas (*Callopistes palluma*).

3.1.7 Descripción medio socio económico

La población urbana de la Comuna de Illapel asciende en la actualidad a 21.826 habitantes con una densidad de 62,4 personas por hectárea, considerando la superficie urbanizada que alcanza a 350 hectáreas (SEREMI Vivienda, 2001). En el Cuadro 5 se refiere antecedentes de la evolución de la población en las seis décadas precedentes, la que ha experimentado un incremento de 4,4% al comparar los dos últimos censos, situación que se grafica en la Figura 6.

Cuadro 5.
Población de la Comuna de Illapel período 1940-2002 (AGRARIA, 1999).

Año	Urbana	Rural	Total
1940	6.100	10.600	16.700
1960	10.700	11.000	21.700
1970	12.200	8.600	20.800
1982	15.500	10.100	25.600
1992	18.900	10.100	29.000
2002	21.800	8.500	30.300

El valor de 2002 fue incorporado del Censo 2002 (INE, 2003)

El bajo porcentaje de crecimiento poblacional se explica por las condicionantes que ofrece la zona para el desarrollo profesional y laboral lo que obliga a niveles significativos de migración a la zona norte, en que se ubican las empresas mineras de mayor importancia, y a las zonas de Valparaíso y Santiago por las oportunidades que brindan las industrias y las faenas de construcción.

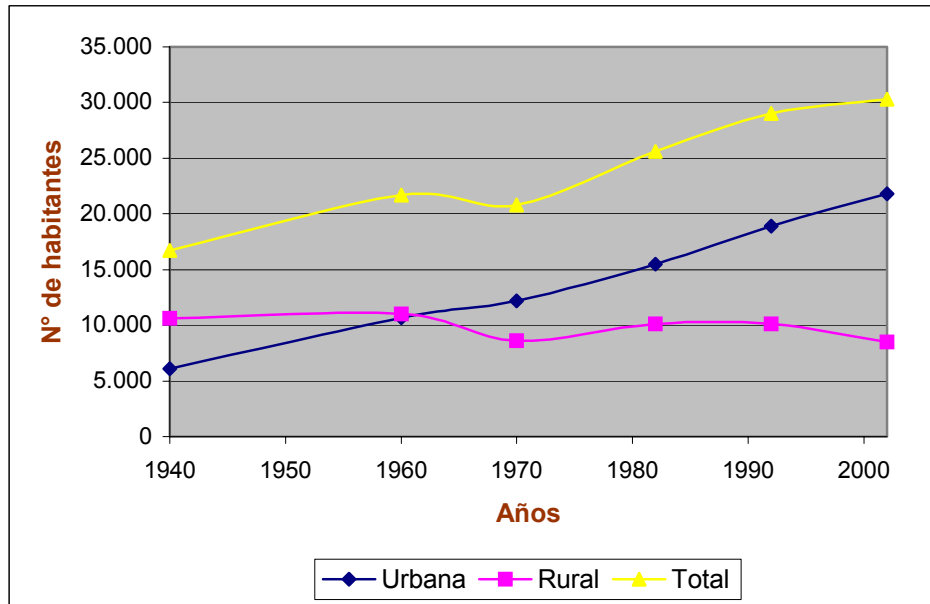


Figura 6.
Evolución de la población de la Comuna de Illapel en el período 1940–2002.

Las principales actividades económicas se basan en la minería y la agricultura a pequeña escala. Dado que en la zona por tradición se ha trabajado en forma individual, en lo que se conoce como pirquineo en la minería y por la escasa superficie bajo riego (2,3%), no se ha podido consolidar explotaciones agropecuarias de un tamaño importante para la generación de empleo. De ahí que el Estado cumple un rol importante en este aspecto a través de la implementación de Programas de Emergencia al ocurrir eventos catastróficos como sequías, terremotos o situaciones de crisis de la economía del país.

3.2 Método

3.2.1 Recopilación de información

Se trabajó sobre la base de los antecedentes existentes en los archivos de la Corporación Nacional Forestal, para conocer las acciones materializadas en el área, proceso de plantación y cuidados posteriores y los trabajos de conservación de suelos y aguas. Se realizó entrevistas a las personas que estuvieron a cargo de las faenas y a personas de la ciudad que conocieron la situación previa a los trabajos, tanto del Municipio como particulares. En los archivos de la Municipalidad se requirió información gráfica de la época, para contrastar con la situación actual.

Sobre la base del material cartográfico existente se identificó las principales características del área: presencia de quebradas y afluentes, microcuencas, afloramientos rocosos, altitudes, pendientes, área de influencia. Se diseñó planillas para la toma de datos de sobrevivencia de la plantación y de identificación de las principales obras de conservación de suelos.

Utilizando las ortofotos escala 1:70.000 del año 2000 obtenidas por el *Proyecto Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de la Región de Coquimbo: 2001-2002* realizado por CONAF y el programa ArcView GIS 3.2, se identificó los límites y se planteó una sectorización tomando como base las distintas microcuencas que conforman el área de estudio. Los sectores involucrados en la vertiente orientada hacia la ciudad se les asignó un número de 1 a 8 de Oeste a Este.

Se identificó las quebradas principales y sus afluentes asignando un número a cada una de ellas de acuerdo al sector en que se ubican, así la quebrada 1.1 corresponde a un afluente de la quebrada 1 ubicada en el sector 1.

3.2.2 Reconocimiento del área

Se recorrió el área intervenida con apoyo de material cartográfico y uso de instrumento de posicionamiento global (GPS) identificando la distribución de las especies en el área, en relación a la pendiente, la exposición y la altitud, lo que permitió diferenciar sectores descritos en sus características ambientales. La pendiente de los sectores se determinó con apoyo de un clinómetro.

3.2.3 Toma de datos

3.2.3.1 Vegetación natural

Se elaboró un listado de flora, indicando su estado de conservación según Squeo et. al (2001) que se acompaña en Apéndice 1.

Con la finalidad de caracterizar la vegetación natural se identificó las formaciones existentes sobre la base de la metodología planteada por Etienne y Prado (1982), para lo que se recorrió el área, discriminando las especies principales de los estratos arbustivos y herbáceos, ya que el arbóreo no existe en forma natural, describiendo los rangos de altura y el porcentaje de recubrimiento de acuerdo a la escala que se explicita en el Cuadro 6.

La estimación del recubrimiento se realizó en forma separada para cada tipo biológico, expresándola en porcentaje de suelo cubierto por tipo, en relación con la superficie total de la unidad identificada.

Cuadro 6.
Categorías de recubrimiento.

Índice	Cobertura (%)	Densidad
1	1-5	muy escasa
2	5-10	escasa
3	10-25	muy clara
4	25-50	clara
5	50-75	poco densa
6	75-90	densa
7	90-100	muy densa

La estratificación se determinó en forma visual, clasificando los tipos biológicos de acuerdo a la altura del nivel de máxima densidad de acuerdo a la codificación que se presenta en el Cuadro 7.

Cuadro 7.
Categorías de estratificación y codificación para los diferentes tipos biológicos.

Estrata	Rango altura	Código
Tipo leñoso bajo	0-25 cm	LB_a
	25-50 cm	LB_b
	50-100 cm	LB_c
	1-2 m	LB_d
Tipo herbáceo	0-25 cm	H_a
	25-50 cm	H_b
	50-100 cm	H_c
	1-2 m	H_d
Tipo suculento	0-25 cm	S_a
	25-50 cm	S_b
	50-100 cm	S_c
	1-2 m	S_d
	más de 2 m	S_e

En el caso de que un tipo biológico presente más de un estrato se utilizó una simplificación de cobertura de acuerdo a lo que se indica en el Cuadro 8, discriminando en algunos casos en base a la información obtenida en terreno.

Cuadro 8.
Simplificación de la cobertura por tipo biológico.

Índice de cobertura de cada estrata	1	2	3	4	5
1	1	3	3	4	5
2	3	3	3/4	4	5
3	3	3/4	4	5	6
4	4	4	5	5/6	6
5	5	5	6	6	6

3.2.3.2 Plantaciones

En los sectores con presencia de las especies elegidas y los diferentes sitios, se realizó un muestreo aleatorio simple para determinar la sobrevivencia, utilizando parcelas circulares de 500 m², establecidas al azar. En cada parcela se contabilizó el número de ejemplares y el número de vástagos por individuo y se midió la altura (m), el diámetro de copa (cm) en los sentidos norte sur y este oeste y el diámetro a la altura del tocón (cm), y se identificó el estado sanitario de los individuos.

Junto con las mediciones, realizadas con huincha de medir, vara telescópica, forcípula y pie de metro, se fotografió las plantaciones y principales características de las acciones materializadas.

3.2.3.3 Obras de conservación de suelos

En las quebradas con trabajos de construcción de diques se realizó una medición de las obras, utilizando huincha de medir y vara, refiriendo antecedentes de su estado actual. En las laderas con trabajos de construcción de muretes se realizó un muestreo de las obras construidas.

Se identificó los muros de infiltración y los canales de desviación, describiendo en términos generales el estado de las zanjas de infiltración que se distribuyen en toda la superficie

3.2.4 Procesamiento de la información

3.2.4.1 Vegetación

Se identificó en la ortofoto respectiva los límites de las distintas unidades visualizadas en terreno, incorporando la descripción de las especies y la superficie involucrada.

3.2.4.2 Plantaciones

La información obtenida se procesó en una planilla de cálculos, logrando como resultado porcentajes de sobrevivencia y cobertura, alturas máximas y mínimas, para relacionar el desarrollo de las distintas especies con los sitios en los cuales crecen y los tipos de manejo aplicados, permitiendo así discriminar los que sean más adecuados para cada una de las especies seleccionadas.

3.2.4.3 Obras de conservación de suelos

Se consignó los datos registrados, para estimar la magnitud de los trabajos de conservación de suelos y relacionar con los resultados de la plantación.

3.2.4.4 Material gráfico

Con apoyo de las ortofotos escala 1:70.000, se confeccionó las cartas que se indica que forman parte del Apéndice 3:

- Sectores
- Obras de conservación de suelos y áreas con afloramientos rocosos

- Formaciones vegetacionales y especies nativas en categorías de conservación
- Plantaciones.

3.2.5 Análisis de los resultados

Sobre la base de los resultados y la bibliografía existente se plantea recomendaciones acerca del tratamiento futuro de las plantaciones existentes y de la materialización de nuevas forestaciones con estas especies en otras localidades. Para ello se definió algunas consideraciones que permitan discriminar el aporte de una determinada variable al éxito del trabajo, como por ejemplo el alcanzar una altura superior a 1,5 m, en el caso de las especies arbóreas, en situaciones de profundidad de suelo limitantes al cabo de un período de 10 años. Para el caso de la cobertura, ésta debiera ser superior al 10% para posibilitar un cambio importante en las condiciones de los terrenos intervenidos y la sobrevivencia superior a 30%.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterización de las actividades de establecimiento y mantención de las plantaciones realizadas en el área de estudio

4.1.1 Descripción del área de estudio

El área intervenida abarcó una superficie de 104,1 hectáreas en su etapa inicial, aumentando a 108,8 hectáreas al incorporar el sector de acceso. En el Cuadro 9 se indica la denominación y superficie de los nueve sectores identificados para la descripción de los trabajos realizados.

Cuadro 9.
Sectores correspondientes al área de estudio.

N°	Quebrada principal	Superficie (ha)	%
1	Los Pimientos	9,1	8,3
2	La Higuera	13,4	12,3
3	Los Apestados	29,2	26,9
4	El Eucalipto	22,3	20,5
5	El Palqui	15,8	14,6
6	El Estanque	7,6	7,0
7	Los Husillos	4,1	3,8
8	El Pedregal	2,6	2,4
9	Los Cactus	4,7	4,3
	Total	108,8	100,0

Una situación especial del área lo constituye la importante presencia de afloramientos rocosos que ocupa una superficie cercana al 30% (Cuadro 10), concentrada en la parte media y alta de las microcuencas ubicadas al Este, situación que constituye un riesgo para la población en la eventualidad de ocurrencia de sismos o precipitaciones de mucha intensidad, que provoquen su deslizamiento. Para disminuir el riesgo la Municipalidad de Illapel ha dispuesto de recursos con la finalidad de instalar estructuras metálicas en la base para sostenerlas o enterrarlas en el caso que sus dimensiones lo permitieran.

En el área excluida existen cuatro aguadas que se mantienen aún en años de sequía, una en la Microcuenca de la Quebrada La Higuera, dos en la Microcuenca de la Quebrada El Eucalipto y una en la Microcuenca de la Quebrada Los Husillos, las que favorecen la presencia de la fauna, y que permitieron el que algunas familias se radicaran en sus alrededores en el período previo a los trabajos de forestación.

Cuadro 10.
Superficie ocupada por afloramientos rocosos.

Sector	Superficie (ha)
1	0,7
2	0,5
3	2,8
4	3,9
5	8,5
6	7,6
7	4,1
8	2,6
9	0,4
Total	31,0

En la Figura 7 se grafica el área de estudio destacando los sectores que involucra el trabajo, correspondientes a las microcuencas que aportan sus aguas al área urbana y que fueron intervenidas con obras de conservación de suelos, con la finalidad de acumular sedimentos y favorecer una mayor permanencia de la humedad.

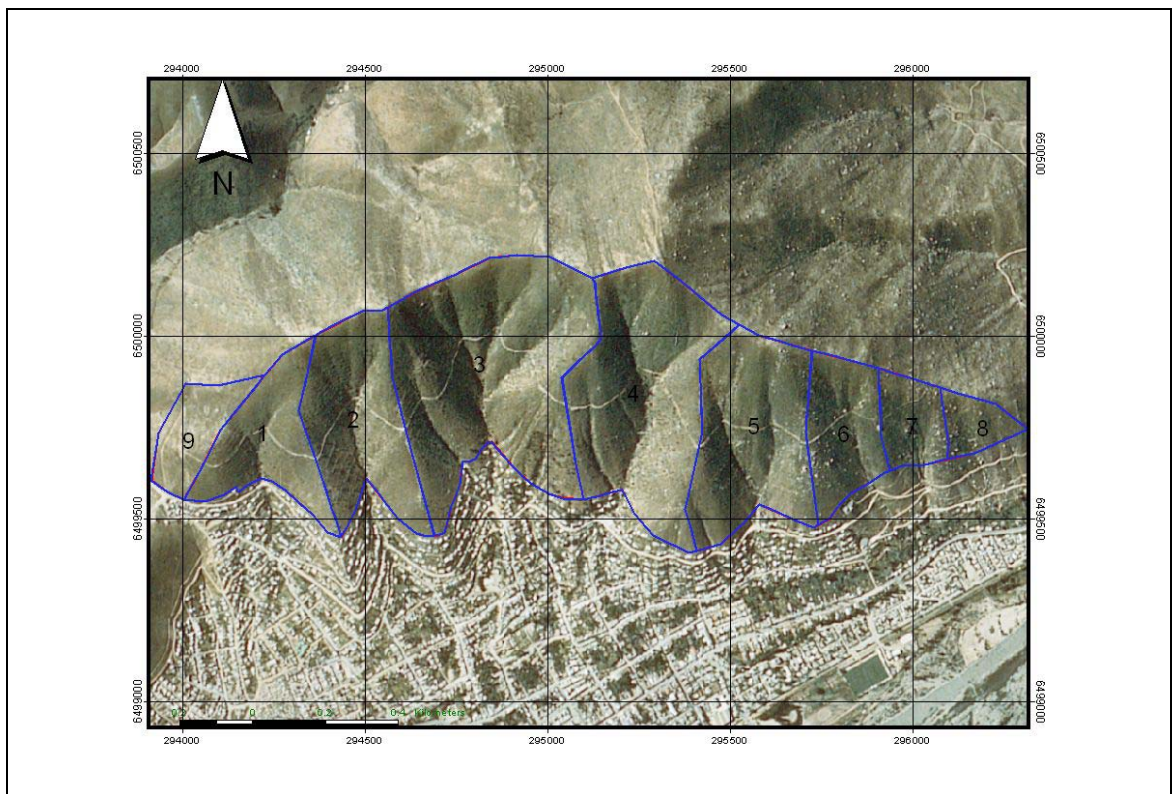


Figura 7.
Ubicación de sectores que conforman el área de estudio (escala aproximada 1:20.000).

4.1.1.1 Descripción de los sectores

Sector 1: Microcuenca Los Pimientos

Se extiende entre los 450 y los 525 msnm y está conformada por una quebrada principal y por dos afluentes con una longitud desde la parte alta hasta el límite de la exclusión de 253 m, una pendiente que varía entre 40 y 67% y exposiciones SW y SE. Corresponde a terrenos ubicados en la parte divisoria con la cuenca conformada por la Quebrada La Aguada, y que estuvieron destinados a cultivos de secano por lo que la vegetación natural es escasa.

Es un lugar más expuesto, de suelo compacto y poco profundo en que la plantación logró un prendimiento inferior al de otros sectores. La vegetación natural predominante corresponde a herbáceas con presencia de arbustos que no superan el 10% de cobertura en ambas laderas, con dominancia de *Gutierrezia resinosa* y presencia de *Haplopappus angustifolius*. En el estrato herbáceo predomina *Avena barbata* y una cubierta importante de bulbosas, que se manifiestan en los meses de julio y septiembre con una floración dependiente de las condiciones de humedad del invierno. En el fondo de las quebradas se encuentra los arbustos *Lobelia tupa* y *Muehlenbeckia hastulata*. La densidad de *Gutierrezia resinosa* en algunas partes aporta una importante protección al suelo.

En la parte alta y media de la divisoria entre las Microcuencas 1 y 2 destaca la presencia de dos especies clasificadas en categoría de conservación vulnerables: *Porlieria chilensis* creciendo en forma agrupada y un ejemplar de *Quillaja saponaria* entre las rocas, con las características de altura y diámetro que se indica en el Cuadro 11. En la parte alta de exposición Oeste se encuentra *Adesmia microphylla*, cubriendo una superficie de 18,9 m². La superficie que cubre los ejemplares de *Porlieria chilensis* es de 5,9 m², la de *Quillaja saponaria* es de 13,2 m² y la de un grupo de tres individuos de *Baccharis linearis* es de 7,3 m².

Cuadro 11.
Descripción ejemplares de especies nativas Sector 1.

N°	Especie	Altura (m)	Diámetro copa (m)	
			1	2
1	<i>Porlieria chilensis</i>	1,0	1,2	1,3
2	<i>Porlieria chilensis</i>	1,5	1,2	1,5
3	<i>Porlieria chilensis</i>	1,5	1,2	1,5
4	<i>Porlieria chilensis</i>	1,5	1,8	1,2
5	<i>Quillaja saponaria</i>	5,4	4,0	4,0
6	<i>Adesmia microphylla</i>	1,8	1,9	2,2
7	<i>Adesmia microphylla</i>	2,4	1,8	2,2
8	<i>Adesmia microphylla</i>	2,2	1,7	2,0

En el mismo lugar divisorio se distingue un afloramiento rocoso que se prolonga desde la cumbre hasta la parte baja y evidencia de la actividad de una colonia de cururos (*Spalacopus cyanus*), roedor que afecta las plantaciones por el daño que produce en las raíces al excavar sus madrigueras.

Sector 2: Microcuenca La Higuera

Se extiende entre los 425 y los 650 msnm, sobre un sector de la ciudad con mayor presencia de construcciones, constituida por una quebrada principal de 507 m de longitud

y una pendiente entre 55 y 70%, con dos afluentes ubicados sobre el camino interior conformando una cuenca más cerrada que la anterior. El suelo es poco profundo y compacto en la mayor parte de la superficie.

En la parte cercana al camino en que las laderas reciben menor insolación, se observa una mayor variedad de plantas herbáceas y arbustivas, sobre todo en el fondo de las quebradas y en la parte media y alta de la ladera Oeste, destacando *Adesmia microphylla* con ejemplares de una altura superior a 2 m y diámetros de copa entre 2 y 2,5 m y de la cual se observa regeneración natural en el fondo de la quebrada. Entre las herbáceas predominan las gramíneas destacando en la temporada de primavera la presencia de *Alstroemeria sp.* y *Solenomelus sp.*

En el fondo de la quebrada principal se visualiza rocas de dimensiones considerables y los diques colmatados y revegetados con especies como *Senna cumingii*, *Foeniculum vulgare*, *Muehlenbeckia hastulata*, *Cestrum parqui* y *Lobelia tupa*. En la parte alta, con mayor exposición Oeste se aprecia *Gutierrezia resinosa*, *Proustia cuneifolia*, *Haplopappus angustifolius*, *Baccharis linearis*, *Muehlenbeckia hastulata*, y una población de 20 individuos de *Lobelia oligophylla* de una altura superior a 1,8 m en el fondo de la quebrada. Entre las herbáceas se encuentra *Avena barbata* y *Eschscholtzia californica*.

Cerca de unos peñascos, a 80 m del cerco en su límite sur, en que se aprecia humedad originada por una vertiente natural crece un ejemplar de *Ficus carica* (higuera) de 10 m de altura y ejemplares de cañaveral (*Arundo donax*) de 2 m de altura, remanentes de la presencia humana en el sector junto a indicios de una vivienda abandonada, al costado Este de la quebrada.

Sector 3: Microcuenca Los Apestados

Los primeros trabajos se iniciaron en este lugar con la plantación de eucaliptos y con labores de conservación de suelos en quebradas y laderas. Se extiende entre los 425 y los 650 msnm, con una longitud de la quebrada principal de 682 m, desde la parte alta hasta la Avenida Diego Portales, y de 553 m hasta el cerco perimetral, con una pendiente que varía entre 30 y 70%. Está conformada por la Quebrada Los Apestados y por cuatro quebradas afluentes que evidencian condiciones de exposición y suelo distintas. El nombre proviene de un hecho histórico acaecido en Illapel en la primera mitad del siglo XX en que producto de una epidemia se produjo una mortandad importante de personas que fueron sepultadas en el lugar.

El suelo es poco profundo y compacto en la mayor parte de la superficie salvo en la ubicada sobre el camino en que la presencia de vegetación natural aporta una mejor condición en cuanto a textura y estructura.

Es el sector más amplio, conformando una cuenca más protegida y con mayor diversidad de ambientes, desde una baja cobertura, hasta lugares con densidad de 40% de vegetación arbustiva en la parte media, en que se observa las especies arbustivas naturales *Ageratina glechonophylla* (*Eupatorium glechonophyllum*), *Senecio sp.*, *Gochnatia foliolosa*, *Proustia cuneifolia*, *Lobelia polyphylla*.

La vegetación natural es dominada por *Gutierrezia resinosa* en su estrato arbustivo con presencia de *Proustia cuneifolia*, *Adesmia microphylla* y *Margyricarpus pinnatus*, en tanto que el estrato herbáceo presenta dominancia de gramíneas y *Solenomelus*. En la ladera

de exposición Oeste de características más xéricas se observa *Echinopsis chiloensis*, *Puya berteroniana*, *Junellia selaginoides*, *Lepechinia salviae*, y *Bridgesia incisifolia*. En lugares en que se preparó terreno para forestar se aprecia regeneración de *Adesmia microphylla*.

Las quebradas presentan una cantidad importante de afloramientos rocosos, al igual que las laderas en que se visualiza una mayor abundancia en comparación a los dos sectores anteriores. En la parte baja existe evidencias de una vivienda cerca de la quebrada principal en su costado Oeste: tres ejemplares de *Eucalyptus globulus* de 20 m de altura y un cerco de cactus.

Es el sector que ha sido más afectado por la población aledaña en lo que respecta a tala de árboles, destrucción del cerco para aprovechamiento de la madera y malla y destrucción de diques para la captura de conejos y liebres, por lo que se intensificó el cuidado y las acciones de difusión para lograr un mayor compromiso de los vecinos.

Sector 4: Microcuenca El Eucalipto

Se extiende entre los 425 y los 746 msnm, con una quebrada principal de 550 m medidos desde la parte alta hasta el cerco y una pendiente entre 50 y 68%, con presencia de afloramientos rocosos. El suelo es poco profundo y compacto, con una mayor cantidad de materia orgánica en la parte ubicada sobre el camino producto de la vegetación arbustiva que cubre el terreno en forma homogénea. En este sector se ubica la cumbre de mayor altitud que sirve en la actualidad como base para una antena de comunicación telefónica instalada en 1999.

En la confluencia de las quebradas, cerca de una aguada ubicado a una altitud de 480 msnm, destaca un ejemplar de *Eucalyptus globulus* de una altura superior a 20 m, plantado antes de las acciones de forestación, remanente de la presencia de una familia de campesinos que realizaban cultivos en el sector circundante.

En la parte alta sobre el camino se aprecia la formación arbustiva de mayor densidad del área, con un 50% de cobertura, compuesta por *Ageratina glechonophylla*, *Lobelia polyphylla*, *Gochnatia foliolosa* y *Proustia cuneifolia* y entre las herbáceas por *Stipa sp.* y *Vulpia myuros*.

Bajo el camino, la diversidad y densidad de la vegetación es baja siendo frecuentes *Gutierrezia resinosa* y las herbáceas *Avena barbata* y *Vulpia myuros*. En la parte aledaña al camino en la ladera Oeste se encuentra un ejemplar de ciruelo (*Prunus cerasifera*) de 3 m de altura que presenta fructificación en la temporada de primavera, a pesar de las condiciones de aridez.

En la ladera Este bajo el camino, la diversidad de especies es menor y la erosión es más evidente producto del intenso uso dado al terreno. El camino que permite el tránsito de vehículos concluye en este sector continuando en los Sectores 5 a 8 uno de menor amplitud, solo para el tránsito peatonal.

Sector 5: Microcuenca El Palqui

Se extiende entre los 425 y los 675 msnm, con una longitud de la quebrada principal de 425 m, y una pendiente promedio de 55%. Los afloramientos rocosos son de mayor

frecuencia, conformando en algunos casos situaciones favorables para el desarrollo de las especies nativas como helechos, hierbas y arbustos, debido a la mayor duración de la humedad en la temporada de invierno. Los suelos son compactos de una profundidad entre 20 y 40 cm.

La vegetación presenta predominancia de arbustos como *Gutierrezia resinosa*, *Adesmia microphylla* y *Proustia cuneifolia*, en la parte media y alta de exposiciones más favorables, con presencia de *Colliguaja odorifera* y *Lobelia polyphylla*. En el fondo de la quebrada se encuentra tres ejemplares de *Maytenus boaria* uno de ellos de 6,5 m de altura, especie clasificada en la categoría de conservación vulnerable. En el Cuadro 12 se refiere antecedentes del desarrollo de estas especies. Entre las herbáceas predominan las gramíneas y algunas bulbosas como *Tecophilaea*.

Cuadro 12.
Desarrollo de especies nativas vulnerables en Sector 5.

Especie	Diámetro de tocón (cm)					Altura (m)	Diámetro copa (m)	
	1	2	3	4	5		1	2
<i>Maytenus boaria</i>	5,0	6,0	4,0			3,5	0,6	0,8
<i>Maytenus boaria</i>	8,0	5,0	4,0	5,0		3,8	0,6	0,6
<i>Maytenus boaria</i>	12,0	10,0	7,0	4,0	5,0	6,5	0,7	0,6
<i>Kageneckia oblonga</i>	5,0	2,0	1,5	1,0		3,2	1,5	1,5

En la parte baja de la ladera Este se construyó en 2001 zanjas de infiltración tabicadas y un canal de desviación para favorecer una plantación realizada con especies nativas que no prosperó debido al efecto de lagomorfos y a la cercanía al sector poblado.

Sector 6: Microcuenca El Estanque

Se extiende entre los 400 y los 600 msnm, con una longitud de la quebrada principal de 311 m, y una pendiente promedio de 58%, constituyendo una cuenca más expuesta y de menor extensión con presencia de afloramientos rocosos de dimensiones variables que representan un mayor riesgo para la población ubicada en la parte baja. El suelo es compacto y de profundidades que varían de 25 a 40 cm.

La vegetación predominante es arbustiva desde la parte media hasta la cumbre, explicado en parte por la presión que ejerce la población sobre el recurso como leña y para actividades de cultivo en la época previa a la exclusión. Entre las especies predomina *Proustia cuneifolia*, *Adesmia microphylla*, *Senecio sp.*, *Haplopappus angustifolius* y *Gutierrezia resinosa*. La mayor abundancia de vegetación se observa sobre el camino en exposición sureste con especies como *Gochnatia foliolosa*, *Ageratina glechonophylla*, *Lobelia polyphylla* y gramíneas.

Sector 7: Microcuenca Los Husillos

Se extiende entre los 425 y los 550 msnm, con una longitud de la quebrada principal de 207 m, y una pendiente que varía entre 40 y 53%. Es una cuenca más abierta y con presencia de afloramientos rocosos de moderado a abundante. El suelo es compacto, con mayor pedregosidad y de profundidades que varían entre 15 y 40 cm.

A una altitud de 450 msnm se encuentra una aguada que se mantiene en forma permanente a pesar de los años secos, la que es utilizada principalmente por la fauna silvestre. En la parte baja de un afloramiento rocoso de importancia se desarrolla una variedad interesante de especies arbustivas entre las que destaca *Mutisia ilicifolia* y las especies *Kageneckia oblonga* y *Porlieria chilensis*.

La vegetación predominante es de crecimiento achaparrado, encontrando *Senecio sp.*, *Ageratina glechonophylla*, *Lobelia tupa*, *Colliguaja odorifera*, *Bahia ambrosioides* y *Proustia cuneifolia*.

Sector 8: Microcuenca El Pedregal

Se extiende entre los 425 y los 500 msnm, con una longitud de la quebrada principal de 164 m, y una pendiente promedio de 45%. La presencia de afloramientos rocosos y pedregosidad es mayor. El suelo es compacto y de profundidades entre 15 y 30 cm. Es un lugar abierto con exposición Este.

Predomina la vegetación arbustiva de escaso desarrollo en altura, destacando *Lobelia polyphylla*, *Porlieria chilensis*, *Flourensia thurifera*, *Haplopappus angustifolius*, *Ageratina glechonophylla*, *Adesmia microphylla*, con una mayor presencia de *Stipa* entre las especies herbáceas. En la parte media se observa la presencia de las madrigueras del roedor *Spalacopus cyanus*.

Sector 9: Microcuenca Los Cactus

Corresponde al sector incorporado en 1997 perteneciente al Fundo La Aguada, que se extiende entre los 450 y los 550 msnm, con una pendiente promedio de 37% y una longitud de 151 m. Presenta erosión en cárcavas y de tipo laminar con afloramientos rocosos en menor cantidad y con suelo poco profundo y compacto en toda la superficie.

En este sector se encuentra el acceso principal. Los trabajos de conservación de suelos consistieron en la construcción de zanjas de infiltración tabicadas, un canal de desviación, muros de infiltración en el camino, muretes y un dique gavionado

Es un lugar de exposición Norte con una composición florística disminuida, que ha evidenciado una recuperación, producto de los trabajos de conservación de suelos y forestación, en un período de tiempo más reducido que el resto de la superficie intervenida. Se aprecia una predominancia de *Gutierrezia resinosa* y las cactáceas *Echinopsis chiloensis* y *Eulychinia acida*.

Entre la vegetación, destaca el desarrollo entre las rocas de individuos de *Schinus molle* producto de regeneración natural favorecido por las condiciones de humedad que le aporta a la especie para su crecimiento.

4.1.1.2 Descripción de unidades vegetacionales

De acuerdo a la metodología planteada por Etienne y Prado (1982) se realizó la descripción de la vegetación natural que involucra la identificación de las formaciones vegetales y de las especies dominantes basada en la estratificación y en la cobertura que permite obtener una imagen de la vegetación en los planos vertical y horizontal.

La vegetación del área corresponde a los tipos biológicos leñoso bajo (LB), herbáceo (H) y suculentas (S) en distintas coberturas y alturas, siendo posible diferenciar 22 unidades vegetacionales (Apéndice 3), distribuidas de acuerdo a lo que se señala en el Cuadro 13.

Cuadro 13.
Distribución de Unidades Vegetacionales por Sector.

Sector	Unidad
1	2-3-4
2	4-5
3	6-7-8-9-10-11-12
4	13-14-15-16-17
5	18-19-21
6	20-21
7	22
8	22
9	1

La descripción de las especies dominantes y superficie de las unidades identificadas se indica en los Cuadros 14 y 15.

Cuadro 14.
Superficie de las Unidades Vegetacionales identificadas.

Unidad	Especie 1	Tipo biológico 1	Tipo biológico 2	Superficie (ha)
1	<i>Gutierrezia resinosa</i>	LB claro	H claro	4,7
2	<i>Gutierrezia resinosa</i>	LB muy claro	H poco denso	5,0
3	<i>Gutierrezia resinosa</i>	LB escaso	H poco denso	3,3
4	<i>Gutierrezia resinosa</i>	LB escaso	H muy claro	8,5
5	<i>Gutierrezia resinosa</i>	LB escaso	H poco denso	5,4
6	<i>Gutierrezia resinosa</i>	LB escaso	H muy claro	8,7
7	<i>Adesmia microphylla</i>	LB muy claro	H claro	2,1
8	<i>Ageratina glechonophylla</i>	LB muy claro	H claro	5,9
9	<i>Gutierrezia resinosa</i>	LB muy claro	H claro	3,5
10	<i>Adesmia microphylla</i>	LB escaso	H claro	0,9
11	<i>Gutierrezia resinosa</i>	LB escaso	H muy claro	2,8
12	<i>Proustia cuneifolia</i>	LB escaso	H muy claro	6,0
13	<i>Ageratina glechonophylla</i>	LB claro	H claro	6,6
14	<i>Adesmia microphylla</i>	LB muy claro	H poco denso	2,6
15	<i>Proustia cuneifolia</i>	LB escaso	H claro	4,5
16	<i>Proustia cuneifolia</i>	LB escaso	H muy claro	3,6
17	<i>Gutierrezia resinosa</i>	LB muy claro	H claro	3,6
18	<i>Proustia cuneifolia</i>	LB claro	H claro	5,8
19	<i>Adesmia microphylla</i>	LB muy claro	H claro	8,5
20	<i>Haplopappus angustifolius</i>	LB escaso	H claro	3,9
21	<i>Haplopappus angustifolius</i>	LB claro	H muy claro	4,2
22	<i>Haplopappus angustifolius</i>	LB muy claro	H claro	8,7
				108,8

Cuadro 15.
Resumen de las formaciones identificadas.

Unidad	Tipo biológico 1	Tipo biológico 2	Sup.(ha)	%
1,13,18	LB claro	H claro	17,1	15,7
21	LB claro	H muy claro	4,2	3,9
10,15,20	LB escaso	H claro	9,3	8,5
4,6,11,12,16	LB escaso	H muy claro	29,6	27,2
3,5	LB escaso	H poco denso	8,7	8,0
7,8,9,17,19,22	LB muy claro	H claro	32,3	29,7
2,14	LB muy claro	H poco denso	7,6	7,0
			108,8	100,0

En la Figura 8 se grafica la proporción de las formaciones vegetacionales identificadas.

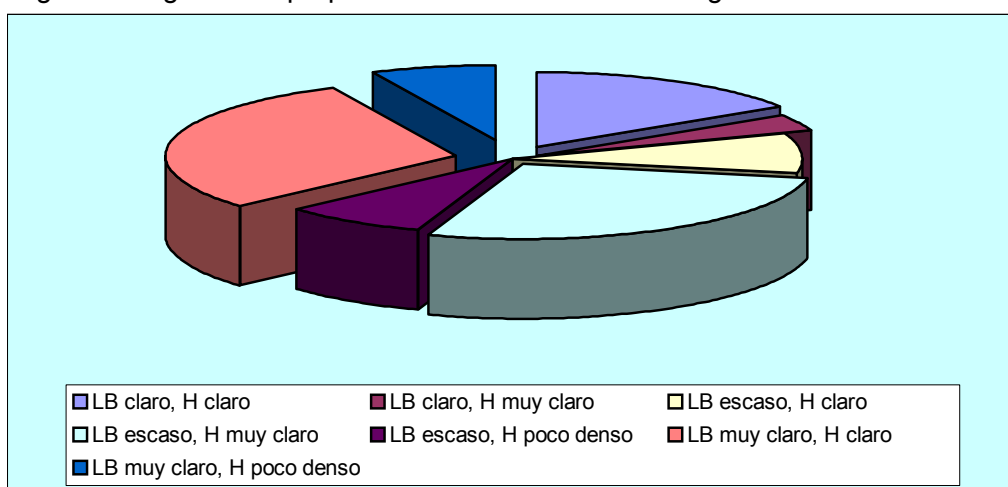


Figura 8.
Proporción de las formaciones vegetacionales del área de estudio.

4.1.2 Descripción trabajo ejecutado

Producto de la fuerte presión por los terrenos aledaños a la Ciudad de Illapel y por la necesidad de leña, en el transcurso de los años se fue evidenciando la erosión de los suelos, sobretodo cuando ocurrían eventos de lluvia torrencial, lo que afectaba directamente a la población. El agua al no tener ningún elemento que amortiguara su caída, escurría rápidamente arrastrando lodo y piedra hasta las partes más bajas, acumulándose en las calles, afectando la actividad de la población y los recursos del Municipio. El costo de retirar este material principalmente hasta las riberas del río y sectores ubicados en la periferia de la ciudad era significativo, tanto en operaciones como en jornales.

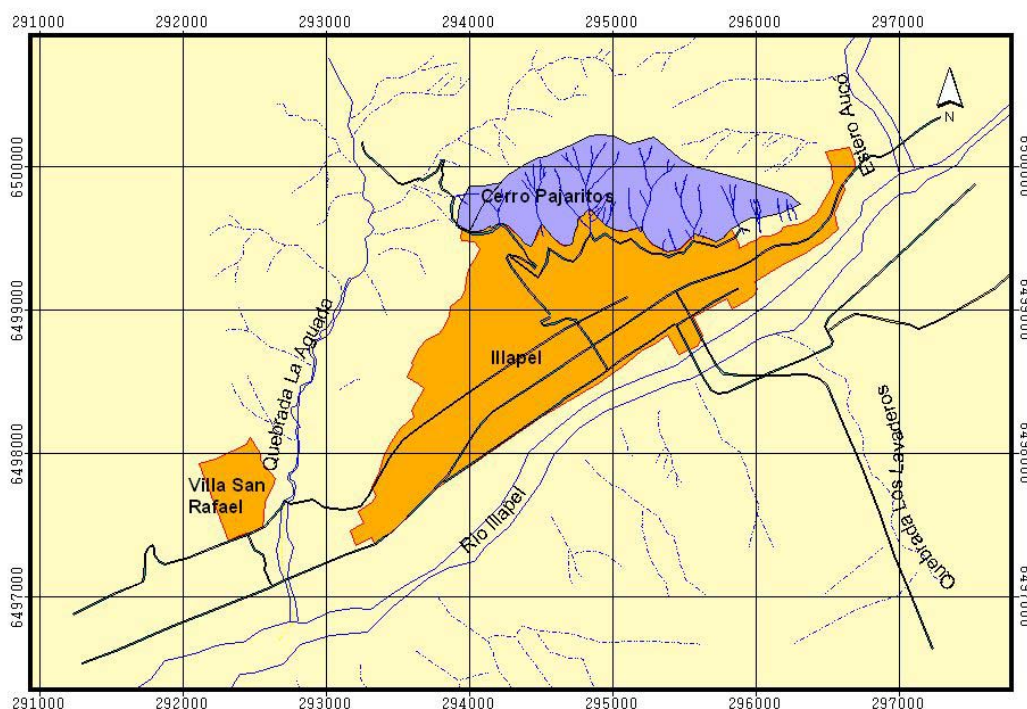


Figura 9.
Ubicación del área de estudio en relación a los centros poblados
(Escala aproximada 1: 52.600).

La Corporación Nacional Forestal acogiendo las inquietudes de la población local y sus autoridades, formuló e implementó trabajos de conservación de suelo y agua en el sector de la cuenca periurbana de Illapel conformada por el Cerro Pajaritos (Figura 9), los cuales se desarrollaron en forma periódica, contando con el aporte de diferentes fuentes de financiamiento. El trabajo realizado consistió en recuperar la vertiente sur de la cuenca periurbana sobre la base de técnicas biológicas y mecánicas en las laderas y quebradas, aplicadas con el objetivo de evitar el embancamiento y anegamiento de calles, viviendas y obras públicas y privadas, localizadas en la parte baja.

En la Figura 10 se grafica la evolución que ha experimentado uno de los sectores intervenidos por el proyecto. En la primera fotografía se aprecia la ciudad acotada a los espacios de menor pendiente, límite que se fue paulatinamente desplazando hasta cotas más elevadas a medida que la demanda por vivienda aumentó, situación que se evidencia en las otras dos fotografías.



(Fotografía Museo Illapel)



(Fotografía Museo Illapel)

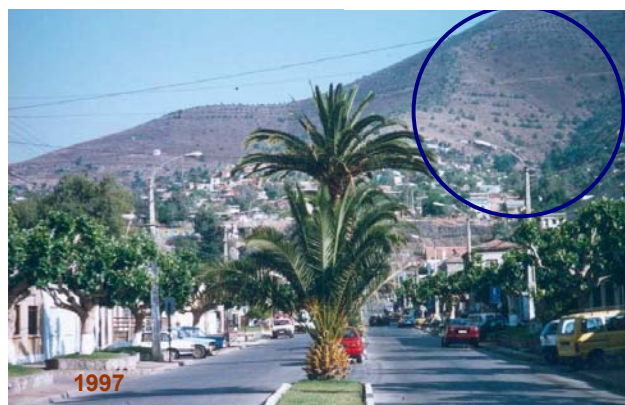


Figura 10.

Sector 2 del Cerro Pajaritos desde la Avenida principal de la Ciudad de Illapel.

Los primeros trabajos en el área datan de 1967, fecha en que se instaló una parcela demostrativa, cuyo propósito fue probar algunas especies forestales nativas y exóticas, con el fin de disponer de opciones al medio físico en que se instalaron.

Las acciones principales se iniciaron en 1975 en el contexto del *Programa Tratamiento a las Áreas de Aporte a los Embalses Recoleta, Cogotí y Paloma (Provincia de Limarí)*, con financiamiento de los proyectos de empleo que impulsaba el Estado, para lo cual se eligió la microcuenca de mayor aporte, conformada por la Quebrada Los Apestados (Sector 3). El área se excluyó con un cerco perimetral y se construyó zanjas de infiltración en las laderas y diques en las quebradas principales y secundarias.

De esta forma se fue ampliando el área de trabajo en años sucesivos hasta 1980 en que quedó excluida toda el área que vierte hacia la ciudad y que involucra ocho microcuencas. En 1997 se incorporó una superficie adicional del sector de acceso, con la finalidad de disminuir los efectos erosivos sobre el camino y recuperar con acciones de forestación el entorno perteneciente al Fundo La Aguada.

Las principales acciones se consolidaron en la década de 1980, pero se ha mantenido una constante presencia debido fundamentalmente al compromiso asumido por la Corporación y el Municipio a través de la implementación de proyectos especiales.

4.1.3 Acciones realizadas en el Área

4.1.3.1 Exclusión del área

Se construyó 5,8 km de cerco perimetral en base a postes de eucalipto impregnado de 4' de diámetro, con malla URSUS 740 y una hebra de alambre de púas, con diagonales cada 50 m para garantizar una mayor durabilidad del tensado. El abastecimiento de postes y material se realizó en forma manual y con apoyo de cabalgares hasta los lugares más distantes. En 1997 al incorporar la superficie adicional del Sector 9 se construyó un cerco de 0,7 km, utilizando el mismo tipo de material.

En la parte alta se mejoró un tramo en 2001 con la conformación de un cerco vivo en base a cactus de tipo columnar, labor que requiere cortar partes de estos y favorecer su cicatrizamiento, lo que se logra en un lapso de veinte días expuestos al sol, para posteriormente ser plantados en una zanja de 30 cm de profundidad, distanciados entre 20 y 25 cm, conformando una barrera que evita el ingreso de animales.

En el perímetro se construyó cinco escalinatas para el acceso de las personas que requieren transitar por el área, en base a postes de eucalipto de 1,5 m de alto por 0,8 m de ancho.

En el acceso principal ubicado en el Sector 9, se construyó en 1997 un portón de madera de 5 m de ancho, reemplazado por uno metálico en 2001, mientras que en la parte baja del Sector 3 se instaló una puerta de 1,2 m de ancho.

El cerco ha debido ser reemplazado en dos oportunidades producto de la presión de las personas por ingresar animales al área y por obtener leña y madera.

4.1.3.2 Tratamientos de control de erosión

Tratamientos de incremento de la infiltración

Zanjas de infiltración: Con el objetivo de disminuir la velocidad de escurrimiento de las precipitaciones, favorecer la infiltración y retener los sedimentos removidos por el agua, entre los Sectores 1 y 8 se construyó 106 km de zanjas de infiltración de 30 cm de profundidad por 30 cm de ancho, en el sentido de la curva de nivel, con una distancia entre zanjas que varía entre 6 y 14 m y una sección transversal que semeja un trapecio de 30 cm en la base y 50 cm en la parte superior con una altura de 30 cm. En el lado interior se conformó un talud para evitar el daño de agua al escurrir.

Para la demarcación de las curvas de nivel se utilizó una estructura construida en base a tres varas delgadas, un cordel y un elemento de mayor consistencia a modo de plomo.

En el Sector 9 se construyó 3 km de zanjas tabicadas en 2001, mientras que en la ladera Este del Sector 5 se construyó 1,5 km.

Con la finalidad de garantizar un buen resultado de estas obras se requiere de una mantención que debiera ser periódica, lo que ha implicado en dos oportunidades trabajar en el retiro del sedimento acumulado y en el mejoramiento del talud y de los bordes.

Tratamientos de regulación de flujos hídricos

Canal de desviación: Para regular el volumen del flujo directo o de la escorrentía superficial, se construyó 60 m de canal de desviación en la cabecera de las cárcavas ubicadas en la ladera de exposición norte del Sector 9 para disminuir el aporte de agua al camino principal, y 80 m en la ladera Este del Sector 5 sobre las zanjas construidas. El canal se construyó con una pendiente de 1 a 2% para favorecer el escurrimiento orientado hacia las quebradas intervenidas con la construcción de diques. El ancho en la base del canal se construyó de 20 cm, con una profundidad de 30 cm.

Muros de infiltración: En la parte del camino interior ubicado en el Sector 9, en que la pendiente es mayor, se construyó 68 m de muros de infiltración (17 unidades), que consistió en establecer zanjas de 30 por 30 cm, las que se rellenaron con piedras de menor tamaño, con la finalidad de disminuir la velocidad de escurrimiento y evitar la destrucción del camino.

Tratamientos de regulación de flujos hídricos en cauces

Diques de piedras: Con la finalidad de regular el flujo hídrico y contener los sedimentos transportados por el agua, se construyó diques en las quebradas del área de estudio, utilizando piedras de distintos tamaños, conformando barreras de dimensiones variables que permitieron estabilizar las pendientes del lecho del cauce y favorecer condiciones para el establecimiento de la plantación. Este tipo de obras está limitado por la disponibilidad de piedras, ya que al faltar este insumo no es posible trabajar en todas las quebradas que lo requieran y en la cantidad adecuada.

Diques con estructuras gavionadas: Este tipo de obras se instalaron con el objetivo de regular los flujos hídricos en cauces medianos y mayores debido a su mayor resistencia para amortiguar el impacto del agua en bruscos cambios de pendientes y filtrar los sedimentos. Las dimensiones dependieron del ancho del cauce, adecuando en todos ellos un dissipador en la parte baja para evitar el socavamiento de la base de la quebrada y un vertedero en la parte alta para concentrar el escurrimiento.

Estas estructuras fueron empotradas en los costados y en la base del curso para otorgar una mayor estabilidad y resistencia. En el Cuadro 16 se indica la cantidad de obras construidas por Sector.

Cuadro 16.
Diques construidos por Sector.

Sector	Nº estructuras	Volumen (m³)
1	16	154,5
2	27	218,2
3	96	894,7
4	38	1.652,9
5	22	551,6
6	7	406,7
7	14	178,4
Total	220	4.057,0

Tratamientos de control y estabilización de laderas

Muretes: En las laderas de los Sectores 2, 3 y 4 se construyó 214 muretes en base a piedras de 1 a 2 m de largo por 0,5 m de ancho y 0,6 m de alto, en lugares con presencia de cárcavas, para estabilizar las laderas y moderar el aporte lateral de agua a los cauces. Para ello se excavó la base y los costados de las cárcavas en que se ubicaron, a un distanciamiento no superior a los dos metros. En la actualidad la totalidad de los muretes se encuentran colmatados de sedimentos y con colonización de especies herbáceas.

4.1.3.3 Labores complementarias

Construcción de camino

Se construyó un camino de 2,5 km de longitud por un ancho de 4 m entre el acceso y el Sector 4, en la parte media del área con la finalidad de favorecer el traslado de materiales para implementar las distintas faenas. Ello requirió un esfuerzo humano de importancia debido a que producto de la pendiente se excavó un gran volumen de tierra de las laderas, evidenciado en la altura de los taludes conformados y se destruyó y removió rocas para posibilitar el tránsito.

En los puntos en que se producía el paso de una quebrada se habilitó badenes de un ancho de 3 m, en base a piedras con la finalidad de evitar el socavamiento del camino.

Entre los Sectores 5 y 8 se delimitó una huella de 0,7 km de longitud y un ancho inicial de 2 m y de 1 m en el tramo final. En forma posterior se ha realizado una permanente labor de mantención, mejorando y ensanchado su trazado original y reubicando piedras de gran tamaño, para lo cual se ha debido excavar el camino y enterrarlas.

Habilitación de miradores y senderos

En tres recodos del camino, se realizó un ensanchamiento de su trazado para posibilitar el retroceso de los vehículos y conformar lugares de observación, para lo cual se construyó muros en el borde externo del camino en base a gaviones dispuestos en ancho y altura variables. En estos espacios es posible observar los atractivos de la ciudad y de los trabajos realizados.

Con la finalidad de facilitar las caminatas que se realizan en el área, se habilitó cuatro senderos, dos en el Sector 3 y dos en el Sector 9, en lugares en que se favorece la observación y la valoración del ambiente natural por parte de los eventuales visitantes entre los que se cuenta estudiantes de enseñanza media y superior, técnicos y personas del área aledaña.

4.1.3.4 Forestación

Se realizó una plantación utilizando especies exóticas y nativas en los sectores y superficie que se indica en el Cuadro 17.

Cuadro 17.
Superficie forestada por año.

N°	Año	Sector	Superficie (ha)
1	1975	3	3,5
2	1976	3	18,4
3	1977	5-6-7-8	31,3
4	1980	1-2-3	51,0
5	1997	9	4,7
			108,8

En el Cuadro 18 se indica las especies que conforman rodales de mayor superficie, y en el Apéndice 2 se detalla el total de especies utilizadas.

Cuadro 18.
Especies utilizadas en labores de forestación del área.

N°	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1	<i>Acacia capensis</i>	acacia hórrida
2	<i>Acacia caven</i>	espino
3	<i>Acacia cyclops</i>	acacia
4	<i>Acacia saligna</i>	acacia azul
5	<i>Atriplex nummularia</i>	pasto salado
6	<i>Atriplex repanda</i>	sereno
7	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	eucalipto
8	<i>Eucalyptus globulus</i>	eucalipto
9	<i>Prosopis chilensis</i>	algarrobo
10	<i>Quillaja saponaria</i>	quillay
11	<i>Schinus molle</i>	pimiento
12	<i>Senna candolleana</i>	quebracho

Abastecimiento de plantas

Se utilizó plantas 1:0 cepellón producidas en un Vivero de propiedad de CONAF ubicado en el sector El Tambo (Comuna de Salamanca) distante 30 km de Illapel y de otro ubicado en Ovalle (Provincia de Limarí), en macetas de polietileno con una mezcla que consideró partes iguales de tierra de origen vegetal y tierra agrícola, con un peso de 450 g.

Transporte interior

En terreno las plantas se distribuyeron desde la parte baja, en que se descargaban del vehículo de transporte, en cajas de madera cargadas por los operarios y con apoyo de animales para el caso de abastecer los sectores más alejados, adecuando una estructura de madera sobre la grupa de los cabalgares que permitía cargar a ambos lados los cajones.

Construcción de casillas

Debido a las limitaciones de pendiente del terreno, la preparación de suelo se realizó en forma manual, construyendo casillas de 30 cm por 30 cm y por 30 cm de profundidad utilizando pala y chuzo, separando el suelo, para una vez efectuada la plantación colocar el de mejor calidad en la zona de las raíces. Los rendimientos observados en esta faena variaban de acuerdo a las condiciones de terreno de pendiente y pedregosidad.

Plantación

Una vez preparado el terreno se efectuó la plantación aportando la tierra de mejor calidad. Las plantas se eligieron de acuerdo a características de proporción de masa foliar, condición del tallo y ausencia de daño mecánico y de problemas fitosanitarios.

Para la conformación de los rodales se consideró la exposición y las características del terreno, destinando las especies más exigentes a los lugares más favorables. La faena se realizó en invierno, aplicando un riego eventual de establecimiento a la plantación más cercana a los puntos de abastecimiento.

Cuadro 20.
Distribución de la superficie con plantación por sector.

Sector	Superficie (ha)
1	8,6
2	13,4
3	29,0
4	20,3
5	13,1
6	0,2
7	0,1
8	0,0
9	2,2
TOTAL	86,9

4.2.2 Descripción plantaciones

4.2.2.1 Sector 1: Microcuenca Los Pimientos

La plantación se realizó con *Schinus molle* alcanzando una sobrevivencia entre 5 y 60%, por lo que se replantó en la década de 1990, principalmente en la parte ubicada bajo el camino interior, con *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia saligna*, *Casuarina sp.* y *Prosopis chilensis*.

En la ladera Oeste destaca la presencia de individuos de *Prosopis chilensis* ubicados en hileras paralelas al cerco perimetral y un ejemplar de *Schinus molle* de más de 5 m de altura y un diámetro de copa de 6 m. En la parte media se encuentra individuos de *Acacia caven* de 2,5 a 4 m de altura correspondiente a regeneración natural y dos ejemplares de *Acacia victoriae* de 3 m de altura.

En la parte baja de la ladera Este se distingue tres hileras de *Schinus molle* de buen desarrollo y sobrevivencia, con una altura promedio de 2 m. Mientras que en la parte media su presencia es escasa y de menor altura, acompañado de *Prosopis chilensis*, y ejemplares de replante de *Acacia saligna* y *Eucalyptus camaldulensis* de menor desarrollo.

En el borde externo del camino entre el Sector 1 y el Sector 5 se plantó *Flourensia thurifera* con la finalidad de conformar un seto, con una sobrevivencia promedio de 50% y una altura promedio de 0,8 m. En la quebrada principal es posible observar ejemplares de *Schinus molle* de una altura superior a 5 m y un diámetro de tocón de 22,4 cm.

4.2.2.2 Sector 2: Microcuenca La Higuera

En la parte alta la plantación se realizó con *Quillaja saponaria*, correspondiendo a *Schinus molle* en el resto de la superficie y *Prosopis chilensis* en la ladera Oeste mezclado con *Schinus molle* y *Eucalyptus camaldulensis* con mayores alturas a las observadas en el Sector 1. La sobrevivencia en *Quillaja saponaria* es inferior a 10% concentrada en lugares con suelo más profundo, alcanzando alturas superiores a 5 m.

En la ladera Oeste se distingue 2 ejemplares de *Acacia caven* plantados, uno de ellos de 3 m de altura y un diámetro de copa de 5 m. La presencia de *Eucalyptus camaldulensis*

correspondiente a un replante realizado en 1991, destaca por su buen desarrollo, alcanzando 7 m de altura y 9,5 cm de diámetro de tocón.

Una situación particular se observa bajo la copa de un ejemplar de *Prosopis chilensis*, en que se desarrolla la herbácea introducida *Galenia secunda* cubriendo una superficie de 6m², originada probablemente a partir de semilla transportada por aves, desde la plantación que existe en la ladera Oeste del Sector 3. Esta planta cumple una importante función de protección del suelo ya que dependiendo de las condiciones de humedad permanece por un tiempo prolongado y al regenerar por estolones abarca una mayor extensión de terreno.

En la plantación de *Schinus molle* de la ladera Este se desarrolla cinco ejemplares de *Myoporum laetum*, con alturas de 2,5 m y diámetros de copa de 3,2 m, lo que constituye una particular situación.

En la quebrada principal los diques se encuentran colmatados y con colonización de especies nativas. En algunos tramos el distanciamiento entre diques es mayor por la presencia de rocas de dimensiones importantes que favorecen la acumulación de sedimentos.

4.2.2.3 Sector 3: Microcuenca Los Apestados

Corresponde al sector con el resultado más homogéneo de la intervención y con la mayor diversidad de situaciones. Siendo *Schinus molle* la especie principal, destaca la plantación de *Quillaja saponaria*, una de las pocas existentes en la región con buen prendimiento, y la de *Eucalyptus sp.* y las de especies forrajeras como *Atriplex sp.*, *Maireana (Kochia) brevifolia*, *Atriplex semibaccata* y *Galenia secunda*.

En la ladera de exposición Oeste en que se ubica la primera plantación realizada con distintas especies de *Eucalyptus* se encuentra tres bosquetes de *Senna candolleana* con buen desarrollo y una sobrevivencia superior a 50%, junto a ejemplares aislados de *Robinia pseudoacacia* y *Acacia melanoxylon* y un bosquete de *Myoporum laetum* de crecimiento homogéneo. Mientras que en la parte alta, a 575 msnm, se encuentra una plantación de *Quillaja saponaria* de baja densidad y alturas entre 1,5 y 3 m en un lugar que debido a la mayor pedregosidad no se construyó zanjas de infiltración. En la parte media y baja de esta ladera se desarrolla *Schinus molle* en forma achaparrada siendo notable la falta de cubierta herbácea.

En la ladera de exposición Sur sobre el camino, se ubica las plantaciones de *Atriplex nummularia* y *Atriplex repanda*, a 625 msnm, con una sobrevivencia cercana al 70 % y con alturas que varían en el caso de *Atriplex nummularia* entre 1,3 y 2,3 m. Las plantaciones de esta especie se han concentrado en el secano de la región en la zona de influencia costera, en que la precipitación es mayor y en donde el suelo es profundo, por lo que esta plantación constituye una situación diferente.

La especie nativa *Caesalpinia spinosa* se encuentra conformando un bosquete en el límite sur y distribuido en forma aislada en la ladera con un crecimiento disminuido tanto en altura como en diámetro de copa.

En el área aledaña al rodal conformado por *Eucalyptus spp.*, se encuentra ejemplares aislados de *Casuarina sp.*, *Acacia capensis*, *Pinus canariensis* y *Simmondsia chinensis*.

En los trabajos de 2001, se consideró aparte de la reparación de diques, la plantación en la cubeta de captación de estas estructuras, de las especies *Arundo donax* y *Agave americana* con la finalidad de favorecer una colonización y estabilización de los sedimentos acumulados. El resultado en el caso de la primera especie no fue positivo ya que la época de plantación no permitió su arraigamiento, lo que favorablemente ocurrió en la plantación con *Agave americana* en que se observó una sobrevivencia superior a 50%.

4.2.2.4 Sector 4: Microcuenca El Eucalipto

La plantación consideró exclusivamente las especies *Schinus molle* y *Acacia saligna*, presentando uno de los rodales con menor sobrevivencia en la ladera de exposición Sur, debido en gran medida a la competencia de la vegetación natural que es la de mayor densidad y homogeneidad del área.

En los rodales con *Acacia saligna* se aprecia una importante regeneración a partir de la raíz con una altura promedio de 3 m. La especie es la que presenta el mayor grado de intervención humana, ya que se encontró varios ejemplares cortados para la obtención de leña.

El desarrollo en altura de *Schinus molle* no sobrepasa los dos metros, concentrándose los individuos más altos en los sectores más protegidos, de fondos de quebradas y suelo más profundo.

Cercano a la quebrada principal en que crece un *Eucalyptus globulus* (de una altura de 40 m, un diámetro de copa de 16 m y diámetros de tocón entre 15 y 55 cm), se plantó en 1997 *Eucalyptus camaldulensis*, con la finalidad de aprovechar las condiciones de humedad que aporta la existencia de una aguada, experiencia de la cual sobreviven ocho ejemplares de 3 m de altura.

4.2.2.5 Sector 5: Microcuenca El Palqui

En este sector finaliza la plantación con distribución homogénea, principalmente con *Schinus molle*, alcanzando alturas inferiores a 2 m, con ejemplares de mejor desarrollo en el borde del camino y en el fondo de las quebradas.

En la parte baja de las laderas, se construyó en 2001 zanjas de infiltración tabicadas y canales de desviación para favorecer una plantación realizada con especies nativas, encontrándose individuos aislados de *Prosopis chilensis*, *Schinus polygama*, *Acacia caven* y *Senna candolleana*.

4.2.2.6 Sector 6: Microcuenca El Estanque

En este sector se encuentra un remanente de la plantación en la ladera Este en el límite sur compuesto por un grupo de 13 ejemplares de *Schinus molle* que se distribuye hasta el cerco perimetral con alturas entre 2 y 3 m en una superficie de 0,2 ha.

4.2.2.7 Sector 7: Microcuenca Los Husillos

En una superficie de 0,1 ha aledaña a la aguada que se ubica en la parte inferior de un afloramiento rocoso de gran tamaño, se encuentra un grupo de 6 ejemplares de *Schinus molle* de una altura superior a 2,5 m.

4.2.2.8 Sector 8: Microcuenca El Pedregal

En este sector no se evidencia la presencia de forestación producto de las condiciones limitantes de terreno, en que predomina la presencia de rocas. Se observa zanjas en toda la superficie.

4.2.2.9 Sector 9: Microcuenca Los Cactus

La plantación se efectuó en 1997 considerando especies nativas y exóticas adecuadas a las características de mayor aridez de este sector, en una superficie de 2,2 hectáreas equivalente a 47% de la superficie excluida. En la parte baja se plantó *Acacia saligna*, *Acacia caven*, *Caesalpinia spinosa*, *Acacia cyclops* y *Prosopis chilensis*, conformando además en el borde del camino una hilera con *Leucaena leucocephala*, con una sobrevivencia superior al 70%. En *Caesalpinia spinosa* se observa 1,6 m de altura y 1 m de diámetro de copa, mientras que en *Prosopis chilensis* la altura varía entre 1 y 2 m, no observándose ataque de lagomorfos, que es la situación más frecuente en las forestaciones realizadas con esta especie en la región.

Sobre el camino se plantó *Acacia caven*, *Caesalpinia spinosa*, *Flourensia thurifera* y *Adesmia microphylla* y ejemplares aislados de *Senna candolleana*. En el caso de *Adesmia microphylla* constituye una de las primeras acciones de forestación con esta especie que es apetecida por el ganado como forraje y que también es utilizada como leña, con alturas de 1,7 m y diámetros de copa entre 1 y 1,5 m.

Por ser el sector de acceso se instaló un letrero de motivación en el cuidado del trabajo junto con la plantación de ejemplares aislados de *Phoenix canariensis*, *Quillaja saponaria* y *Acacia capensis*.

profundidad mayor a 40 cm y de textura franco arcillosa y con escasa pedregosidad superficial. Se plantó en el borde externo de las zanjas de infiltración conformando una masa de distribución homogénea con un distanciamiento entre 4 y 6 m entre líneas y de 3 a 4 m en la hilera.

Resultados

La especie presenta un desarrollo homogéneo, con sus ramas dispuestas en forma erguida, con individuos plurifustales de hasta 5 vástagos, destacando uno o dos de mayor diámetro que no supera los 5 cm (Figura 13). Las plantas se aprecian en buen estado sanitario.

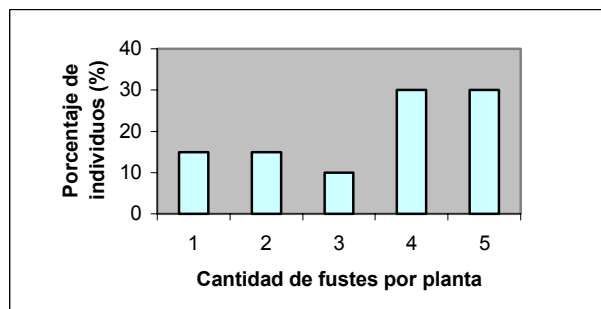


Figura 13.
Cantidad de fustes por planta.

En algunos períodos, la plantación fue afectada por el ramoneo de los animales, ya que el cercado fue destruido en dos ocasiones, lo que se evidencia en las alturas entre 1 a 1,5 m, que de acuerdo a lo observado en otras situaciones debiera ser superior a 1,8 m. Los diámetros de tocón de los vástagos varían entre 0,3 y 3,6 cm con un promedio de 1,8 cm (Figura 14).

En una plantación realizada en el sector de Aucó distante unos 15 km al norte de Illapel, se encuentra individuos de alturas superiores a 1,8 m y con diámetros de copa de hasta 2 m. En el sector de Las Cañas de Choapa, a 25 km al suroeste de Illapel, se realizó una plantación con la especie en 1995, la que ha sido utilizada por el ganado, observando alturas de hasta 2 m.

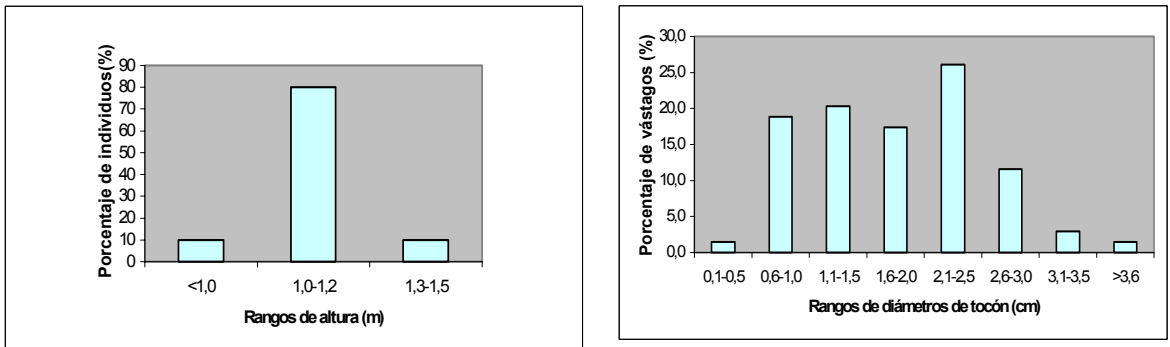


Figura 14.
Distribución de rangos de altura y de diámetros de tocón por individuos.

La sobrevivencia alcanzó a 68,2% lo que difiere de plantaciones realizadas en zonas de influencia costera, en que supera el 80 a 90% con densidades de plantación inicial entre 1.000 y 1.250 plantas por hectárea. En este caso se aprecia un efecto negativo de la vegetación nativa, que producto de los trabajos de preparación de suelos se recuperó en forma importante.

Los diámetros de copa varían entre 0,7 y 1,7 m siendo el promedio de 1,3 m, que es un valor bajo comparado con las demás especies, mientras que la superficie de copa alcanza un valor promedio de 1,3 m² (Figura 15), afectada por la competencia que ejercen las plantas acompañantes: *Senecio sp.*, *Proustia cuneifolia*, *Lobelia polyphylla*, *Ageratina glechonophylla*, *Haplopappus sp.*, *Gochnatia foliolosa* y herbáceas.

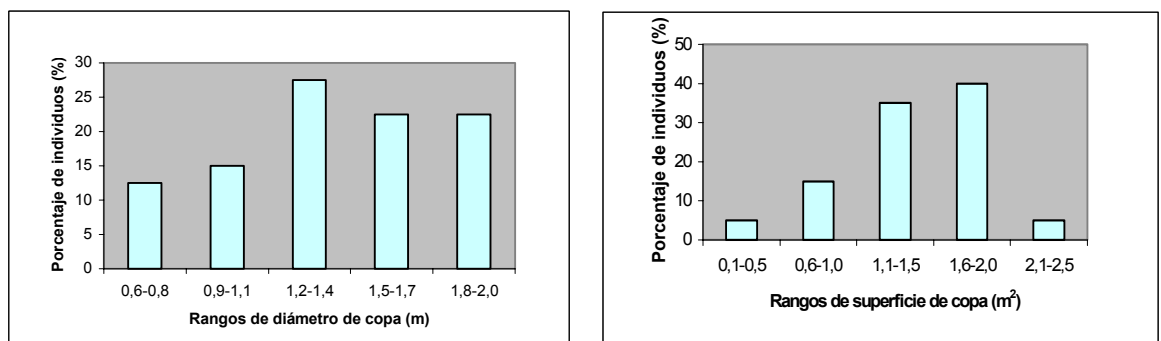


Figura 15.
Distribución de rangos de diámetro y superficie de copa.

La cobertura de la plantación es de 8,4%, la que complementada con la vegetación nativa, alcanza una cubrimiento de 60%, posibilitando la infiltración del agua y disminuyendo el aporte a las quebradas principales, lo que cobra especial relevancia al considerar su ubicación en la ladera.

En el Cuadro 21 se presenta las principales características de la plantación en el rodal.

Cuadro 21.
Características de *Atriplex repanda* en Rodal 19.

Variable	Unidad	Valores		
		mínimo	máximo	medio
Diámetro de tocón	cm	0,4	4,3	1,7
N° vástagos	u	1	5	2,9
Altura	m	0,9	1,2	1,1
Diámetro de copa	m	0,7	1,7	1,3
Superficie de copa	m ²	0,4	2,1	1,3

Considerando la superficie de copa mayor observada de 2,14 m² y proyectando este valor a una plantación homogéneamente distribuida, con el objetivo de posibilitar la cobertura total del terreno, se requeriría plantar a una densidad de 4.673 plantas por hectárea, equivalente a un distanciamiento de 1,4 x 1,5 m.

Es recomendable utilizar esta especie en combinación con otra de tipo arbóreo, con el objetivo de abarcar los diferentes estratos o formando un continuo en el borde externo de las zanjas de infiltración o de los canales de desviación para estabilizar este tipo de estructuras.

4.2.3.2 *Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz

Prosopis chilensis, una de las especies de mayor interés de la zona norte, ha sido poco utilizado en los trabajos de forestación por el efecto negativo que produce el ataque de lagomorfos y roedores, que dificulta su sobrevivencia y desarrollo. En la provincia se encuentra en forma natural en el sector precordillerano, en planicies y laderas de pendiente suave creciendo en forma aislada o formando bosquetes, con alturas superiores a 10 m y diámetros de copa de 15 m.

En los últimos años se ha realizado esfuerzos para recuperar las poblaciones de la especie, en el contexto de las garantías que ofrece la legislación forestal, que para el caso de utilizar especies clasificadas en categorías de conservación, determinadas en el Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile (Benoit, 1989), es posible acceder a un subsidio especial.

Establecimiento

La plantación en el área se realizó en 1980 en forma mixta con *Schinus molle* en los Sectores 1 y 2 a baja densidad (250 a 500 plantas por hectárea) en casillas favorecidas con la construcción de zanjas de infiltración, conformando hileras con distanciamientos de 6 a 8 m y de 4 a 5 m en la hilera. La superficie plantada es de 3,4 hectáreas distribuidas en cuatro rodales que se detalla en el Cuadro 22.

En los Rodales 4 y 3, se efectuó en 1997 una siembra directa de *Prosopis chilensis*, utilizando semillas previamente tratadas que germinaron, pero no prosperaron por las limitantes de humedad en la temporada estival.

Cuadro 22.
Rodales de *Prosopis chilensis* por sector.

N°	Rodal	Sector	Superficie (ha)
1	4	2	0,34
2	8	1	1,13
3	9	2	1,91
4	53	9	0,06
			3,44

Resultados

Prosopis chilensis se caracteriza por presentar un desarrollo más erguido que las otras especies seleccionadas, con un fuste en términos generales, pudiendo observarse hasta 3 por individuo, con un promedio de 1,4 y un desarrollo de la copa a baja altura, lo que dificulta la medición de los diámetros por la presencia de espinas. La condición sanitaria de los individuos es buena no observándose problemas de plagas.

Las alturas varían entre 1,5 y 6 m, siendo los más altos los que se ubican en sectores de menor pendiente y profundidad de suelo superior a 50 cm. Los diámetros de tocón varían entre 2,8 y 37,3 cm con un promedio de 14,5 cm (Figura 16).

En el Rodal 8 ubicado en la ladera Este, las alturas no sobrepasan los 3 m, por la condición de terreno con abundancia de piedras y limitantes de profundidad de suelo, con una cobertura de 4,9% que aumenta a 16,4% por la presencia de *Schinus molle* y *Eucalyptus camaldulensis* que corresponde a un replante realizado en 1997.

En el Sector 2 la plantación se realizó en combinación con *Schinus molle* tanto en el Rodal 4 ubicado sobre el camino, como en el Rodal 9 bajo el camino, con una sobrevivencia de 60% siendo los de mejor resultado por la protección sobre el suelo evidenciada.

En la plantación realizada en 1997 (Rodal 53), la altura promedio es de 1,8 m y un diámetro de copa de hasta 2 m, con una sobrevivencia de 70%, siendo notable la condición de no existir el daño de lagomorfos, que es la situación habitual, debido a la cercanía del sector urbano que ahuyenta la fauna.

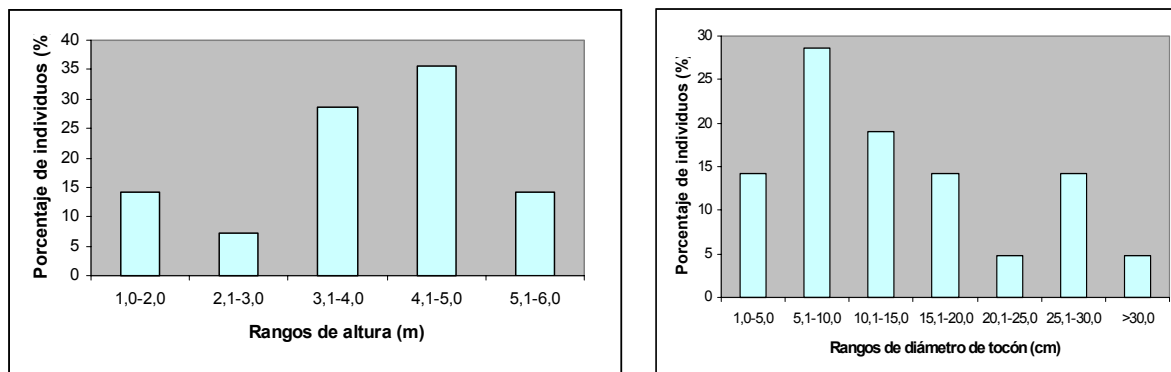


Figura 16.
Distribución de alturas y diámetros de tocón por individuos.

La sobrevivencia lograda considerando las limitaciones del área es promisoría, variando entre 20 y 70% (Cuadro 23).

Cuadro 23.
Porcentaje de sobrevivencia de *Prosopis chilensis* por rodales.

Rodal	Superficie (ha)	Sector	Dens. Actual pl/ha	Dens. Plant. pl/ha	Sobrev. (%)
8	1,13	1	90,0	300	30,0
4	0,34	2	20,0	100	20,0
9	1,91	2	300,0	500	60,0
53	0,06	9	440	625	70,4

Los Rodales conformados por la especie ubicados en los Sectores 1, 2 y 9 se señalan en la Figura 17.

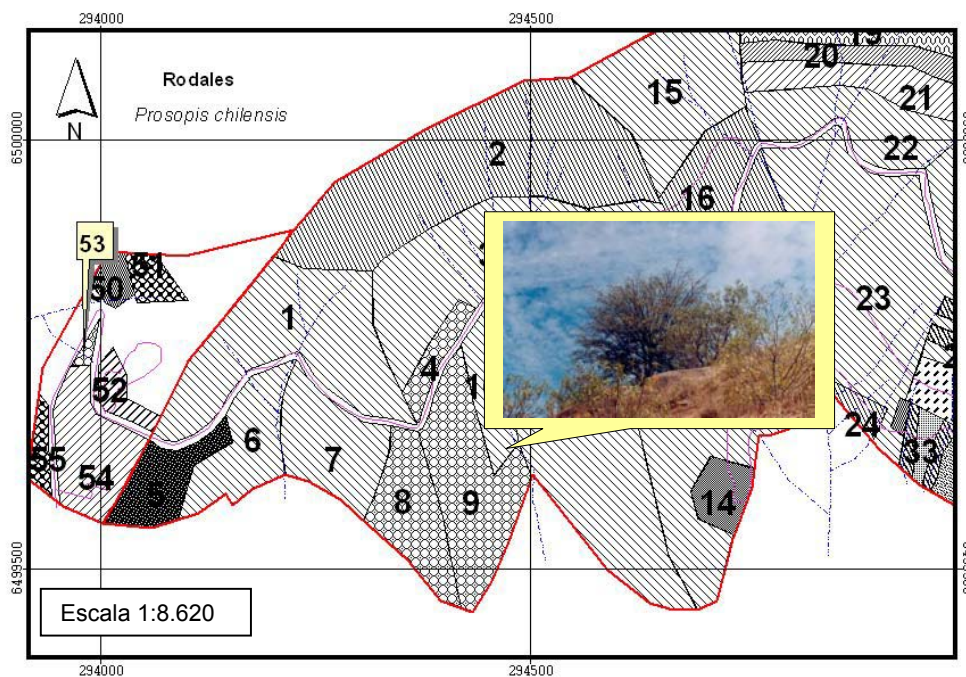


Figura 17.
Ubicación de los rodales de *Prosopis chilensis* en el área de estudio.

En el Cuadro 24 se indica las coberturas determinadas para los distintos rodales que alcanzan valores de 3,5 a 16,4%.

Cuadro 24.
Cobertura por rodales de *Prosopis chilensis*.

Rodal	Superficie (ha)	Sector	Cobertura (%)
8	1,13	1	4,9
4	0,34	2	3,5
9	1,91	2	16,4
53	0,06	9	8,5

En el Cuadro 25 se indica las características de tres ejemplares ubicados cerca del camino interior, destacando los valores de cobertura que alcanzan, que permiten proyectar un mejor resultado de lograr una sobrevivencia mayor.

Cuadro 25.
Descripción de ejemplares de *Prosopis chilensis*.

N°	DAT (cm)		Área Basal (m ²)	Diámetro copa (m)		Superficie copa (m ²)	Altura (m)
	1	2		1	2		
1	37,3		0,11	6,2	8,4	41,9	4,5
2	16,6	12,5	0,03	5,8	5,6	25,5	5,0
3	23,5		0,04	5,5	6,7	29,2	5,0

Los diámetros de copa alcanzan valores que potencian a la especie en sus características de protección, ya que supera los 7 m en condiciones favorables (Figura 17).

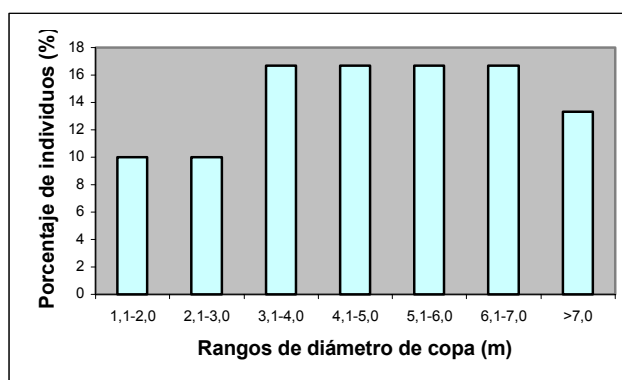


Figura 18.
Rangos de diámetro de copa.

En el Cuadro 26 se resume las principales características de los individuos que se desarrollan en los rodales plantados en 1980.

Cuadro 26.
Características de *Prosopis chilensis* en Sectores 1 y 2.

Variable	Unidad	Valores		
		mínimo	máximo	medio
Diámetro de tocón	cm	2,8	37,3	14,5
N° fustes	u	1	3	1,4
Altura	m	1,6	6,0	4,0
Diámetro de copa	m	1,4	7,5	4,9
Superficie de copa	m ²	1,4	44,2	21,8

La presencia de la especie en el área es particularmente positiva por la estructura del árbol y la superficie que ocupa, favorable para el desarrollo de actividades de protección y de recreación con un manejo adecuado, que considere la poda. En términos de protección y considerando la superficie de copa mayor de 44,2 m², se requeriría realizar una plantación de 226 plantas por hectáreas para lograr una cobertura completa del terreno.

Es pertinente potenciar el uso de esta especie en sectores de pendiente moderada y con una mayor profundidad de suelos a una densidad no superior a 400 plantas por hectárea, considerando los beneficios que aporta, tanto desde el punto de vista de paisaje como de productos a obtener.

4.2.3.3 *Quillaja saponaria* Mol.

Quillaja saponaria, no ha sido utilizado en trabajos de forestación por las dificultades que se presentan en la zona para su establecimiento, por las condiciones ambientales y el efecto de la fauna. En los dos últimos años en la provincia se ha estado incorporando a trabajos que realiza CONAF, seleccionando los mejores sitios y motivando a los propietarios en la potencialidad de la especie.

Establecimiento

La plantación en el área se realizó entre 1980 y 1983 conformando bosquetes puros en la parte alta de los Sectores 1 y 2 y a la parte media y alta del Sector 3 (Figura 19) siendo en la actualidad una de las más antiguas y de mejor resultado, con un crecimiento limitado por las condiciones del sitio. Se plantó en casillas en lugares con construcción de zanjas de infiltración y de muretes en densidades de 300 a 625 plantas por hectárea.

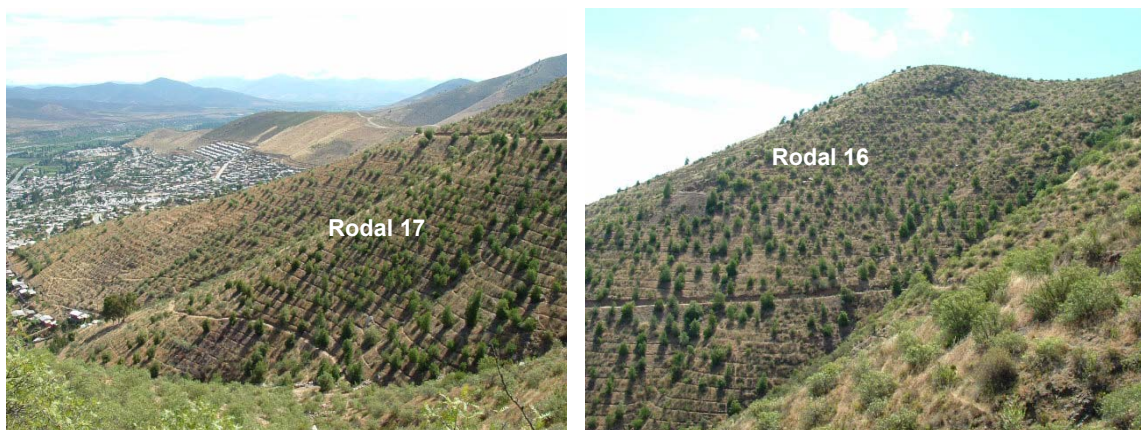


Figura 19.

Plantación de *Quillaja saponaria* en Sector 3 (Rodales 17 y 16).

En el Cuadro 27 se detalla los rodales conformados con la especie en los tres sectores señalados que ocupan una superficie de 9,2 hectáreas.

Cuadro 27.
Rodales de *Quillaja saponaria* por sectores.

N°	Rodal	Sector	Superficie (ha)
1	2	1-2-3	4,73
2	16	3	1,14
3	17	3	1,96
4	24	3	0,20
5	25	3	1,16
			9,19

Resultados

El aspecto general de la plantación es bueno, destacando el hecho que ha resistido las variaciones climáticas, en especial las sequías, en forma óptima, no observándose individuos adultos secos. La floración en la temporada es buena lo que posibilita un uso para la producción apícola.

En el Rodal 2 se contabilizó 17 ejemplares, dos de los cuales superaban los 5 m siendo el de mayor mortalidad, explicado por el efecto de la insolación, ya que se ubica en un lugar de mayor exposición tanto al sol como al viento. A pesar de la baja densidad actual destaca la presencia de la especie que favorece el desarrollo de la vegetación natural evidenciada en la presencia de *Adesmia microphylla* y *Lobelia polyphylla*.

En la ladera de exposición Sur (Rodaes 16 y 17) la plantación forma un continuo desde la parte media sobre el camino interior, cerca de una explotación minera, hasta el límite Sur del área, alcanzando una altura promedio de 2,4 m y un máximo de 10 m. En una de las parcelas de muestreo se observó dos ejemplares con un engrosamiento en su base de 20 cm de diámetro del cual nacen los fustes. El lugar fue afectado por un incendio durante el verano de 2003 en una superficie cercana a una hectárea, evidenciando una buena recuperación.

En el Rodal 17 la plantación favoreció la estabilización de la ladera que presentaba cárcavas tratadas con la construcción de muretes.

Es poco frecuente identificar un solo fuste como ocurre en su condición natural, variando de acuerdo a lo graficado en la Figura 20.

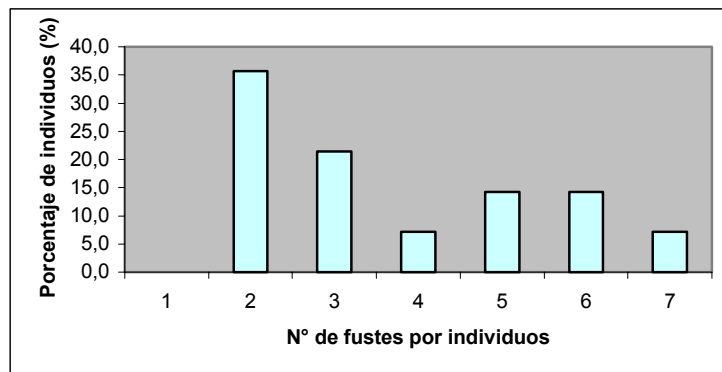


Figura 20.
Porcentaje de individuos por cantidad de fustes.

En la Figura 21 se indica las variaciones de diámetros y de altura medidas en los rodaes.

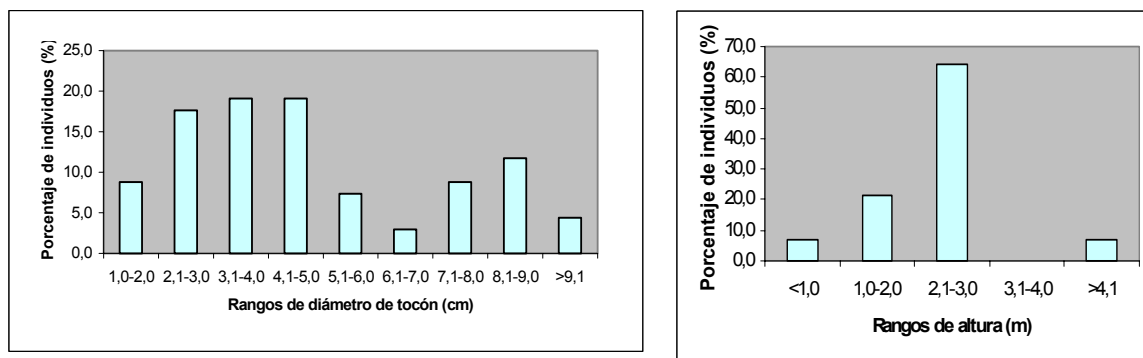


Figura 21.
Porcentaje de individuos por rangos de diámetro de tocón y de altura.

La sobrevivencia observada varía entre 8 y 88,9 %, siendo la de mejor resultado la correspondiente a los rodales ubicados en exposición sureste.

Cuadro 28.
Sobrevivencia por rodales de *Quillaja saponaria*.

Rodal	Superficie (ha)	Sector	Dens. Actual pl/ha	Dens. Plant. pl/ha	Sobrev. (%)
16	1,14	3	400,0	450	88,9
17	1,96	3	380,0	450	84,4
2	4,73	1-2-3	40,0	500	8,0
24	0,20	3	250,0	625	40,0
25	1,16	3	110,0	300	36,7

La cobertura alcanza valores entre 5 y 14,1% (Cuadro 29), aumentando en los casos en que se incorporó otras especies en años posteriores.

Cuadro 29.
Cobertura por rodales de *Quillaja saponaria*.

Rodal	Superficie (ha)	Sector	Cobertura (%)
16	1,14	3	11,8
17	1,96	3	14,1
2	4,73	1-2-3	8,8
24	0,20	3	9,7
25	1,16	3	5,0

En la Figura 22 se grafica los antecedentes de los diámetros de copa y de la superficie que cubren.

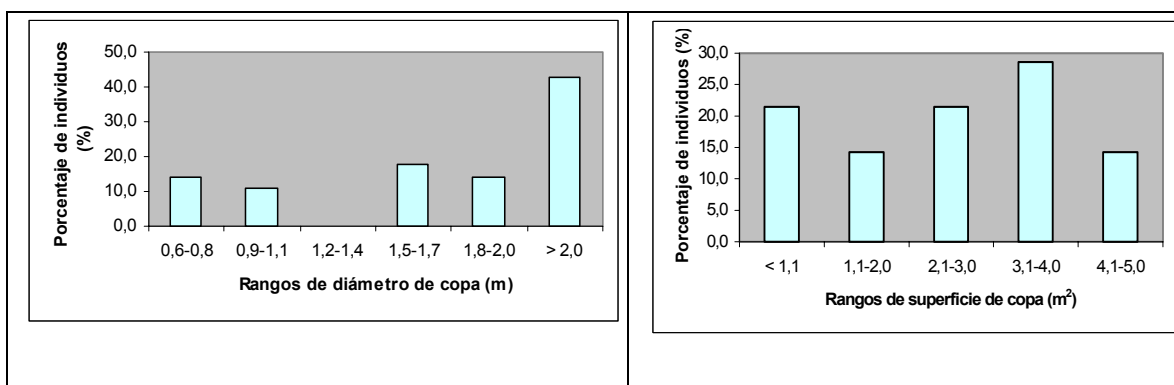


Figura 22.
Porcentaje de individuos por diámetros de copa y superficie de copa.

Al pretender lograr una cobertura completa del sector a intervenir en base al valor máximo de superficie de copa observado, se requeriría contar con 602,4 plantas de 16,6 m², lo que equivale a realizar una plantación a un distanciamiento de 4 x 4 m, que es lo habitualmente recomendado para esta especie.

En el Cuadro 30 se indica las características principales observadas en los rodales.

Cuadro 30.
Características de *Quillaja saponaria* Mol.

Variable	Unidad	Valores		
		mínimo	máximo	medio
Diámetro de tocón	cm	1,0	40,5	5,7
N° fustes	u	1	7	3,8
Altura	m	0,6	10,0	3,7
Diámetro de copa	m	0,7	4,6	2,7
Superficie de copa	m ²	0,3	16,6	6,3

El uso de esta especie requiere la selección de lugares protegidos, sin erosión muy severa y con presencia de especies arbustivas que le protejan en la etapa de establecimiento.

4.2.3.4 *Schinus molle* L.

Schinus molle, es un árbol poco utilizado en proyectos de forestación en la región, principalmente porque se ha privilegiado el trabajo con especies forrajeras, que constituye la principal demanda de la población rural. Un valor innegable es su condición de protección del suelo al resistir las oscilantes características del clima de la zona. En una plantación realizada en la cuenca del río Limarí se observó una sobrevivencia al año de plantado de 87,7% equivalente a 529 plantas por hectárea (Núñez, 1981).

No es frecuente observar la especie en forma natural, ya que generalmente su presencia está asociada a lugares con intervención humana. En la cuenca del Río Illapel entre la ciudad y el sector precordillerano es posible observarla creciendo bajo la cota de canales de riego, alcanzando alturas de hasta 9 m, diámetros de copa de 10 m, y un tronco principal de diámetros superiores a 30 cm.

Establecimiento

La plantación abarcó toda el área, estando presente en la actualidad entre los Sectores 1 y 7. Se plantó asociada a la construcción de zanjas de infiltración y en combinación con especies como *Acacia saligna* en densidades que varían de 400 a 700 plantas por hectárea. Los distanciamientos entre hileras de plantación fueron de hasta 10 y 14 m en los sectores de mayor pendiente y presencia de afloramientos rocosos.

La superficie con presencia de la especie es de 64,1 hectáreas distribuida en 25 rodales ocupando un 58,9% de la superficie intervenida (Cuadro 31).

Cuadro 31.
Rodales de *Schinus molle* por sector.

Nº	Rodal	Superficie (ha)	Sector	Nº	Rodal	Superficie (ha)	Sector
1	1	3,00	1	14	27	0,73	3
2	3	3,43	2	15	38	3,34	4
3	6	1,10	1	16	39	2,38	4
4	7	1,32	1	17	40	4,22	4
5	10	0,75	2	18	41	0,54	4
6	11	3,79	2	19	42	3,09	4
7	12	1,14	3	20	44	4,56	4
8	13	3,77	3	21	45	6,03	5
9	15	2,30	3	22	46	5,18	5
10	18	2,52	3	23	47	1,89	5
11	22	1,45	3	24	48	0,24	6
12	23	4,52	3	25	49	0,10	7
13	26	2,69	3-4	Total		64,08	

En la provincia, esta plantación es la más extensa junto con la realizada en el sector de Aucó, perteneciente a la Reserva Nacional Las Chinchillas. En el sector de Las Cañas se plantó en una condición de ladera degradada en 1996 alcanzando a 2004 alturas de hasta 3,6 m y diámetros de copa de 0,6 a 3 m, en una condición climática más favorable.

En la Figura 23 se aprecia el Rodal 6 (Sector 1) y el Rodal 11 (Sector 2) en que se visualiza la vegetación del área y permite valorizar el trabajo de forestación realizado.



Figura 23.
Aspecto de la plantación de *Schinus molle* en los Sectores 1 y 2.

Resultados

Schinus molle se presenta conformado por más de un fuste, proporción que se muestra en la Figura 24, con una copa que se forma a baja altura, dificultando la toma de datos. En las laderas, el desarrollo en altura es limitado por las condiciones del suelo, creciendo en forma achaparrada, no superando 1,6 m en promedio. El estado sanitario de los árboles es bueno, lo que se visualiza en su vigor y ausencia de plagas.

Se desarrolla en condiciones de suelos variadas, desde los muy delgados y con un grado fuerte de erosión, hasta los de mayor profundidad y mejor estructura.

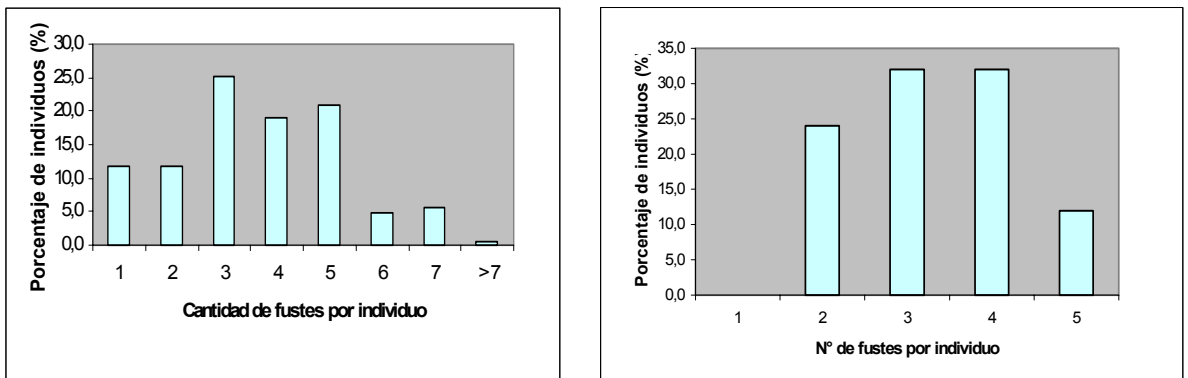


Figura 24.
Cantidad de fustes por individuo en Sectores 2 y 3.

Los individuos de mayor desarrollo se ubican en los bordes del camino, fondos de quebradas y lugares más protegidos como los que se visualiza en la Figura 25.



Figura 25.
□ Situación de *Schinus molle* de mejor desarrollo ubicados en los Sectores 3 y 2.

En el Rodal 6 (Sector 1) la densidad actual es de 310 plantas por hectárea con una cobertura de 8%, producto de lo cual se realizó un replante en 1991 y 1997 con *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia saligna* y *Casuarina sp.*, con un desarrollo heterogéneo. La presencia de la especie es mayor sobre el camino (Rodal 1) en que se observa una densidad de 480 plantas por hectárea, con una distancia entre surcos que varía entre 6 a 14 m.

En la parte baja del Rodal 7 (Sector 1), alcanza una altura promedio de 1,8 m y una cobertura de 11,6%. Mientras que en la parte media su presencia es escasa y de menor altura y cobertura (6%). El desarrollo de la especie difiere en ambas laderas observando las mayores alturas en el fondo de la quebrada de acuerdo a lo que se indica en el Cuadro 32.

Cuadro 32.
Características de ejemplares de *Schinus molle* de fondo de quebrada.

N°	DAT (cm)				Diámetro copa (m)		Altura (m)
	1	2	3		1	2	
1	22,4				4,0	5,0	5,0
2	53,0				7,0	6,0	5,5
3	38,0	11,5			6,0	6,0	4,5
4	10,5	7,6	14,0		5,0	4,0	4,0

En el Sector 2 la especie se encuentra asociada en la ladera Oeste a *Prosopis chilensis* con una cobertura de 13,2% .

El Sector 3 representa el lugar con mejores condiciones para el desarrollo de especies arbóreas, encontrando situaciones diversas como la del Rodal 23 con un deterioro manifiesto del suelo evidenciado en cárcavas controladas con la construcción de muretes y que han recuperado parte de la vegetación natural. En la Figura 26 se grafica los valores que alcanzan los diámetros de tocón.

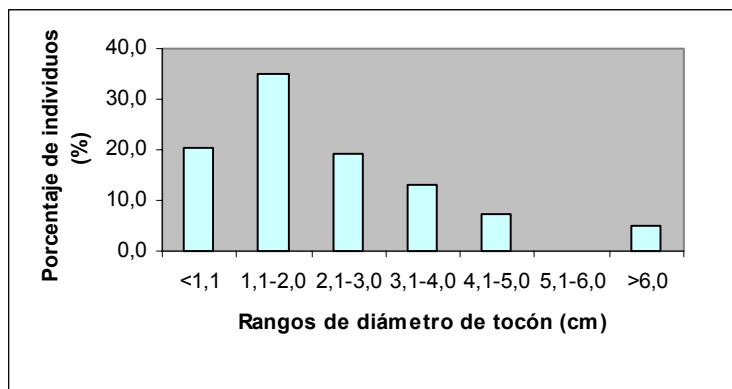


Figura 26.
Distribución de diámetros de tocón.

La sobrevivencia observada varía entre 7,5 y 87,3 % (Cuadro 33) siendo la menor la correspondiente al Rodal 40 (Sector 4), por la condición de alta competencia con la vegetación natural, que no permitió el establecimiento de la plantación. El desarrollo en altura no sobrepasa en promedio los 2 m, concentrándose los individuos de mayor

desarrollo en los sectores más protegidos, en que supera los 5 m de altura. Cerca de la vertiente ubicada en el camino se encuentra un ejemplar de 8 m de altura y de 7 m de diámetro de copa.

En el Rodal 44 (Sector 4) ubicado en la parte baja del camino se observa una densidad de 320 plantas por hectáreas debido a la condición de suelo, de una profundidad inferior a 20 cm y una escasa cubierta vegetal, originado en el uso agrícola que se le otorgó al terreno. La altura es inferior a 1,8 m.

En el Sector 5 La densidad y la sobrevivencia son variables, entre las situaciones de ladera y las de fondo de quebrada y borde del camino, en que se observa un mayor prendimiento y desarrollo en altura y diámetro de copa.

En el Sector 9 no se utilizó la especie en la plantación pero es singular la presencia de regeneración natural asociada a los afloramientos rocosos. Las plantas alcanzan alturas de hasta 1,7 m, contabilizándose 11 ejemplares en una superficie de 0,2 hectáreas.

En el Cuadro 33 se refiere los valores de sobrevivencia y cobertura identificados.

Cuadro 33.
Sobrevivencia y Cobertura en rodales de *Schinus molle*.

Rodal	Superficie (ha)	Sector	Dens. Actual pl/ha	Dens. Plant. pl/ha	Sobrev. (%)	Cobertura (%)
1	3,00	1	480,0	550	87,3	36,2
3	3,43	2	240,0	400	60,0	16,8
6	1,10	1	310,0	550	56,4	8,5
7	1,32	1	280,0	600	46,7	8,9
10	0,75	2	250,0	550	45,5	13,2
11	3,79	2	300,0	600	50,0	12,2
12	1,14	3	300,0	600	50,0	15,0
13	3,77	3	400,0	650	61,5	18,7
15	2,30	3	500,0	600	83,3	8,8
18	2,52	3	400	600	66,7	4,7
22	1,45	3	300,0	625	48,0	10,7
23	4,52	3	460,0	700	65,7	38,3
26	2,69	3-4	440,0	625	70,4	19,9
27	0,73	3	380,0	700	54,3	9,4
38	3,34	4	300	625	48,0	7,7
39	2,38	4	420	625	67,2	23,5
40	4,22	4	47	625	7,5	1,9
41	0,54	4	300	500	60,0	9,1
42	3,09	4	340	625	54,4	13,5
44	4,56	4	320	800	40,0	8,7
45	6,03	5	300	625	48,0	10,6
46	5,18	5	240	500	48,0	9,1
47	1,89	5	240	600	40,0	9,0
48	0,24	6	80	625	12,8	2,9
49	0,10	7	70	625	11,2	6,6

En la Figura 27 se grafica los valores de los diámetros de copa y de la superficie que cubren.

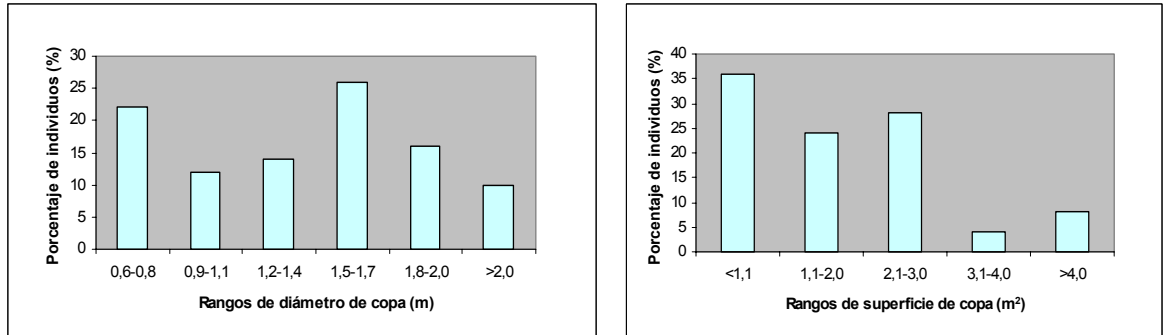


Figura 27.
Rangos de diámetros de copa y de superficie de copa por individuos.

En el Cuadro 34 se indica las principales características de la especie.

Cuadro 34.
Características de *Schinus molle*.

Variable	Unidad	Valores		
		mínimo	máximo	medio
Diámetro de tocón	cm	0,4	53	4,9
N° fustes	u	1	10	3,7
Altura	m	0,8	8,0	2,3
Diámetro de copa	m	0,4	9,7	2,7
Superficie de copa	m ²	0,1	73,1	7,4

Considerando el valor máximo, que corresponde a una condición favorable de fondo de quebrada, se requeriría plantar 136,8 plantas por hectárea de 73,1 m² de superficie de copa para obtener una cobertura total del terreno, lo que implica plantar a un distanciamiento de 8 x 9 m, valor que aumenta a 1.351 plantas por hectárea al considerar el valor medio de 7,4 m².

La plantación de *Schinus molle* es la de mejor resultado tanto en sobrevivencia como en cobertura sobretodo en los lugares más cercanos a las quebradas y en donde se removió una mayor cantidad de suelo como los bordes de los caminos. Su presencia ha favorecido el desarrollo de la vegetación natural en donde el suelo no había sido explotado en forma tan drástica, y la vida silvestre.

En los taludes del caminos es posible observar la gran longitud que alcanza el sistema radicular que le permite captar la humedad por mayor tiempo.

Es una especie adecuada para labores de conservación y recuperación de suelos, complementada con especies arbustivas y arbóreas, permitiendo una recuperación del suelo en un corto período de tiempo.

4.2.3.5 *Senna candolleana* (Vogel) Irw. et Barneby

Senna candolleana, es un árbol siempreverde, frecuente en el sector de las Comunidades Agrícolas de la provincia, siendo utilizado como sombra para los animales y para la obtención de leña. En condiciones de humedad es relativamente fácil su regeneración por semillas, lo que no es una condición habitual en las especies de la zona.

El uso principal que se le otorga es el de sombra para el ganado, como productor de leña y eventualmente como forraje, ocupando los sectores de praderas y de laderas de pendientes moderadas. Es poco frecuente visualizar formaciones continuas ya que por ocupar los terrenos más adecuados para cultivos de secano fue eliminada sin posibilidades de recuperación natural. Su floración aporta un especial colorido a las praderas, no habitual en otras especies arbóreas. La altura máxima alcanza a 5 m, siendo 2 m la más frecuente. Las mayores coberturas se observan en lugares con influencia costera.

Establecimiento

La plantación se realizó en 1980 en una superficie de 0,5 hectárea, conformando los Rodales que se indican en el Cuadro 35. En 1997 se plantó en forma aislada en el Sector 9 con un buen resultado en sobrevivencia y desarrollo.

Cuadro 35.
Rodales de *Senna candolleana* en Sector 3.

N°	Rodal	Superficie (ha)
1	28	0,11
2	29	0,17
3	32	0,11
4	34	0,12
		0,51

Se plantó en la ladera Este del Sector 3 cerca del bosque de eucalipto, en su parte baja y media. En la parte baja se ubicó en el fondo de dos quebradas que se originan en la mitad de la ladera, de una profundidad cercana a los 3 m, conformando una condición más favorable al estar más protegido al viento. Los ejemplares fueron plantados en el borde exterior de muretes de tierra construidos para aminorar la velocidad del agua, alcanzando el mejor desarrollo en altura y diámetro de copa del sector.

En el lugar más despejado y de pendiente superior a 60%, se plantó en hileras a un distanciamiento de 4 a 5 m con una separación entre líneas de 3 a 4 m en el borde externo de las zanjas. Esta plantación está asociada a trabajos de conservación de suelos en laderas, ya que el terreno presentaba varias cárcavas en desarrollo que fueron controladas mediante la construcción de muretes.

Resultados

En los Rodales 28 y 29 se observa una sobrevivencia de 76 % (Cuadro 36), con alturas entre 0,6 y 5,3 m, y un valor medio de 3,2 m. Los ejemplares ubicados en la parte media de la ladera presentan una cantidad menor de follaje pero de buena calidad y con

presencia de líquenes en el tronco y ramas principales, cumpliendo la función de consolidar muretes con piedra construidos en la naciente de las cárcavas.

Cuadro 36.

Cobertura y sobrevivencia en rodales de Senna candolleana.

Rodal	Sector	Dens. Actual pl/ha	Dens. Plant. pl/ha	Sobrev. (%)	Cobertura (%)
32	3	500	625	80,0	16,0
34	3	300	500	60,0	17,8
29	3	500	650	76,9	6,5
28	3	500	625	80,0	4,6

La especie se presenta conformada por más de un fuste (Figura 28), variando entre 2 y 11.

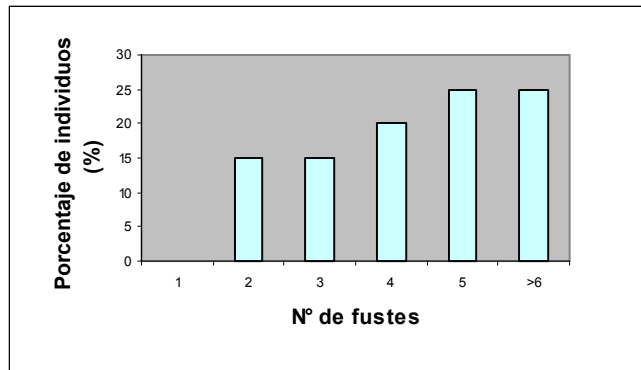


Figura 28.
Cantidad de fustes por individuo.

En la Figura 29 se presenta la distribución de rangos de altura para las dos situaciones descritas.

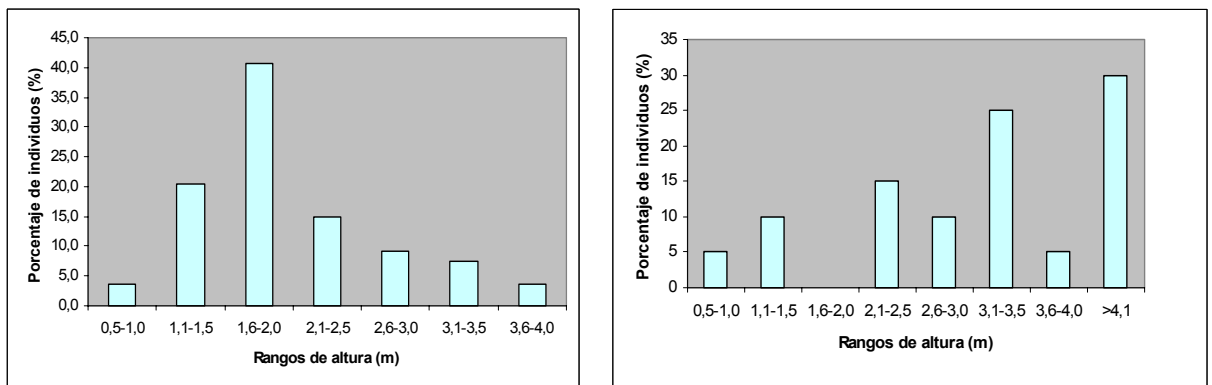


Figura 29.
Porcentaje de individuos por rangos de altura en los Rodales 28 y 32.

Por la cercanía al área urbana con una mayor densidad poblacional, el efecto sobre la plantación es más notorio sobretodo en el bosque de eucaliptos, en las plantas de *Acacia saligna* y en *Senna candolleana*. En el recorrido se observó tres ejemplares cortados.

En la Figura 30 se grafica la superficie de copa de los ejemplares del Rodal 28 que difieren de los ubicados en el Rodal 32 en virtud de la condición de exposición en que se encuentran en la ladera.

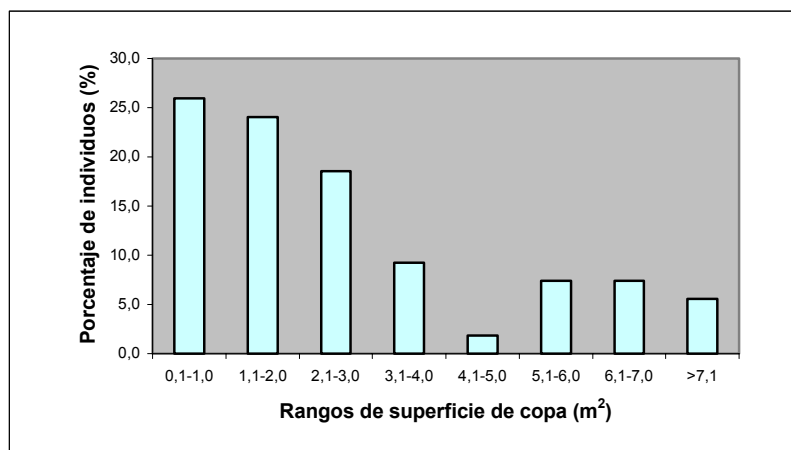


Figura 30.
Superficie de copa en Rodal 28.

En los Cuadros 37 y 38 se indica las principales características de los rodales conformados por la especie.

Cuadro 37.
Características de *Senna candolleana* en rodales 32 y 34.

Variable	Unidad	Valores		
		mínimo	máximo	medio
Diámetro de tocón	cm	0,5	12,7	4,6
N° fustes	u	2	11	4,5
Altura	m	0,6	5,3	3,2
Diámetro de copa	m	0,2	6,0	2,9
Superficie de copa	m ²	0,04	27,8	8,2



Figura 31.
Individuos de *Senna candolleana* que conforman el Rodal 32.

Cuadro 38.
Características de *Senna candolleana* en rodales 28 y 29.

Variable	Unidad	Valores		
		mínimo	máximo	medio
Diámetro de tocón	cm	1	11,3	4,1
N° vástagos	u	1	9	2
Altura	m	0,8	3,7	2,0
Diámetro de copa	m	0,4	3,8	1,7
Superficie de copa	m ²	0,1	11,3	2,8

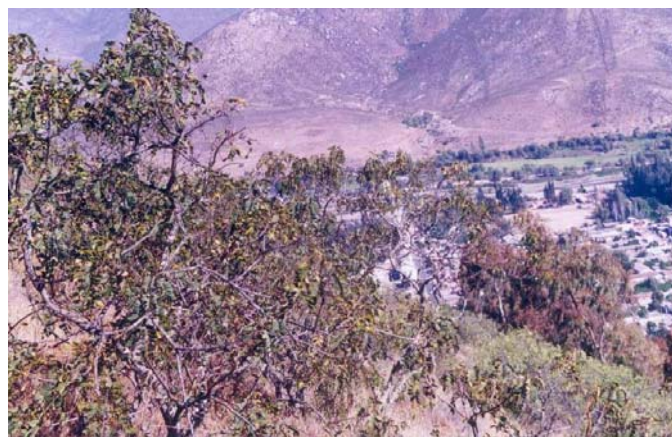


Figura 32.
Ejemplar de *Senna candolleana* en Rodal 28.

La plantación realizada presenta un buen estado sanitario y vigor, lo que es importante al momento de elegir especies para recuperar sectores degradados. En el Rodal 32 los muretes construidos se encuentran colmatados y revegetados disminuyendo los efectos

sobre la población ubicada a pocos metros. Con su abundante floración contribuye a mejorar el paisaje en forma notable (Figura 31).

Con la finalidad de obtener una cobertura total de terreno en base al valor máximo de superficie de copa obtenido en el Rodal 32, se requeriría plantar 359,7 plantas de 27,8 m² lo que implica un distanciamiento de 3 x 9 m, mientras que con el valor del Rodal 28 se requeriría plantar 885 plantas de 11,3 m² lo que implica un distanciamiento de 3 x 4 m.

Las características de la especie de mejorar el suelo por su condición de leguminosa y la protección que brinda en condiciones de sitio favorable le confieren una condición adecuada para incorporarla en acciones de forestación en terrenos de la zona.

4.2.4 Incidencia de las especies seleccionadas en la protección del suelo

Las acciones desplegadas en el área de estudio cumplieron su objetivo, evidenciado en el aumento de la cobertura vegetal, la acumulación de sedimentos en las zanjas de infiltración, muretes y diques y el desarrollo de las especies consideradas en la forestación. En la actualidad el efecto del aporte a la ciudad ha disminuido en forma bastante perceptible, aunque no eliminado totalmente. Existe a este respecto una apreciación positiva de las autoridades por estos trabajos al igual que los profesionales que han visitado el lugar.

En el Cuadro 39 se presenta una codificación para discriminar los resultados de sobrevivencia y coberturas identificados, determinada en base a lo observado en la zona y a las condiciones de terreno en que se materializó el trabajo y principalmente en el cumplimiento de los objetivos planteados.

Cuadro 39.
Códigos de valoración de los niveles de sobrevivencia y coberturas.

Concepto	Rango sobrevivencia (%)	Código	Rango cobertura (%)	Código
Malo	0-15	1	0-5	1
Regular	15,1-30	2	5,1-10	2
Más que regular	30,1-50	3	10,1-20	3
Bueno	>50,1	4	>20,1	4

En base a ello se puede concluir que el 87,3% de la superficie involucrada se encuentra con una valoración positiva en términos de cobertura respecto de la plantación realizada (Cuadro 41) y el 88% presenta una sobrevivencia de regular a buena (Cuadro 40).

En el Apéndice 5 se detalla el resultado por rodales.

Cuadro 40.
Valoración de la sobrevivencia en el área.

Rango sobrevivencia (%)	Código	Superficie (ha)	%
0-15	1	9,29	11,9
15,1-30	2	0,34	0,4
30,1-50	3	31,94	41,0
>50,1	4	36,31	46,6
	Total	77,88	100,0

En las Figuras 33 y 34 se aprecia la posición de los rodales en relación a la ciudad y la valoración referida a la sobrevivencia y a la cobertura.

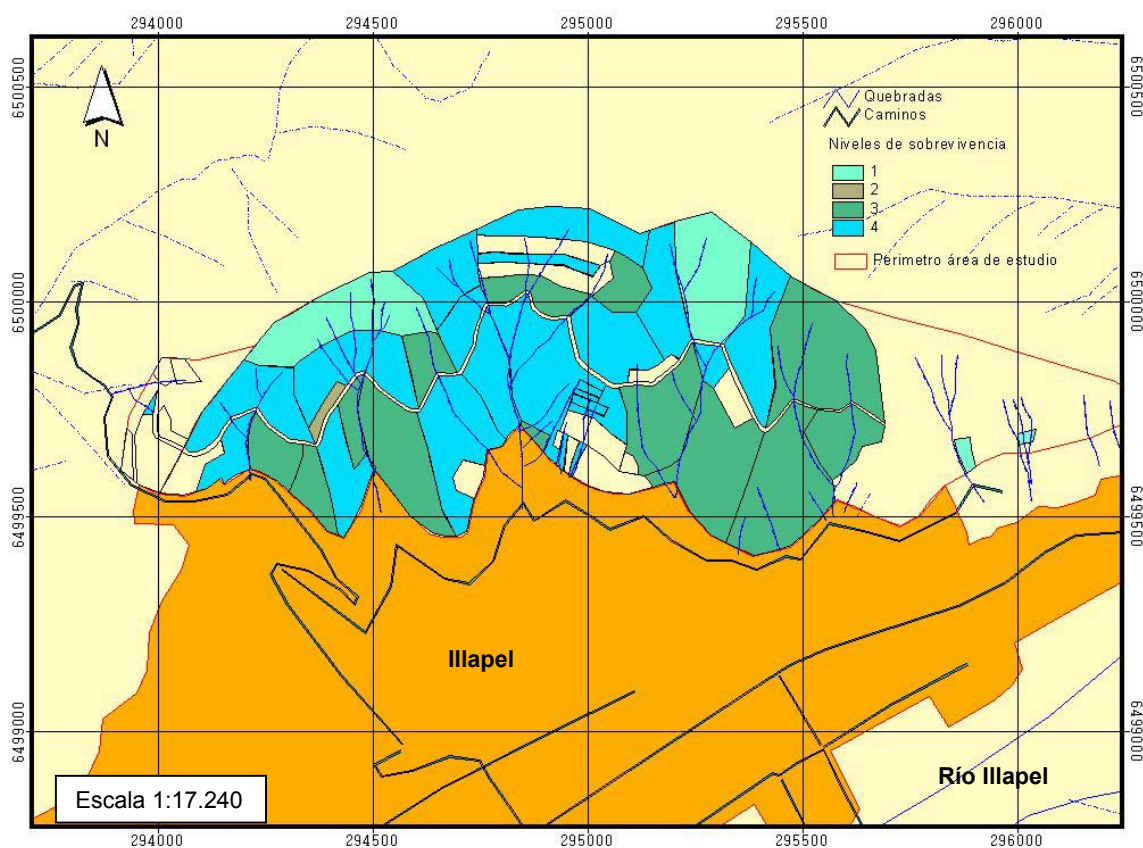


Figura 33.
Niveles de sobrevivencia observados.

Cuadro 41.
Valoración de la cobertura en el área.

Rango cobertura (%)	Código	Superficie (ha)	%
0-5,0	1	9,72	12,7
5,1-10	2	34,51	40,3
10,1-20	3	31,38	34,5
>20,1	4	9,90	12,5
	Total	77,88	100,0

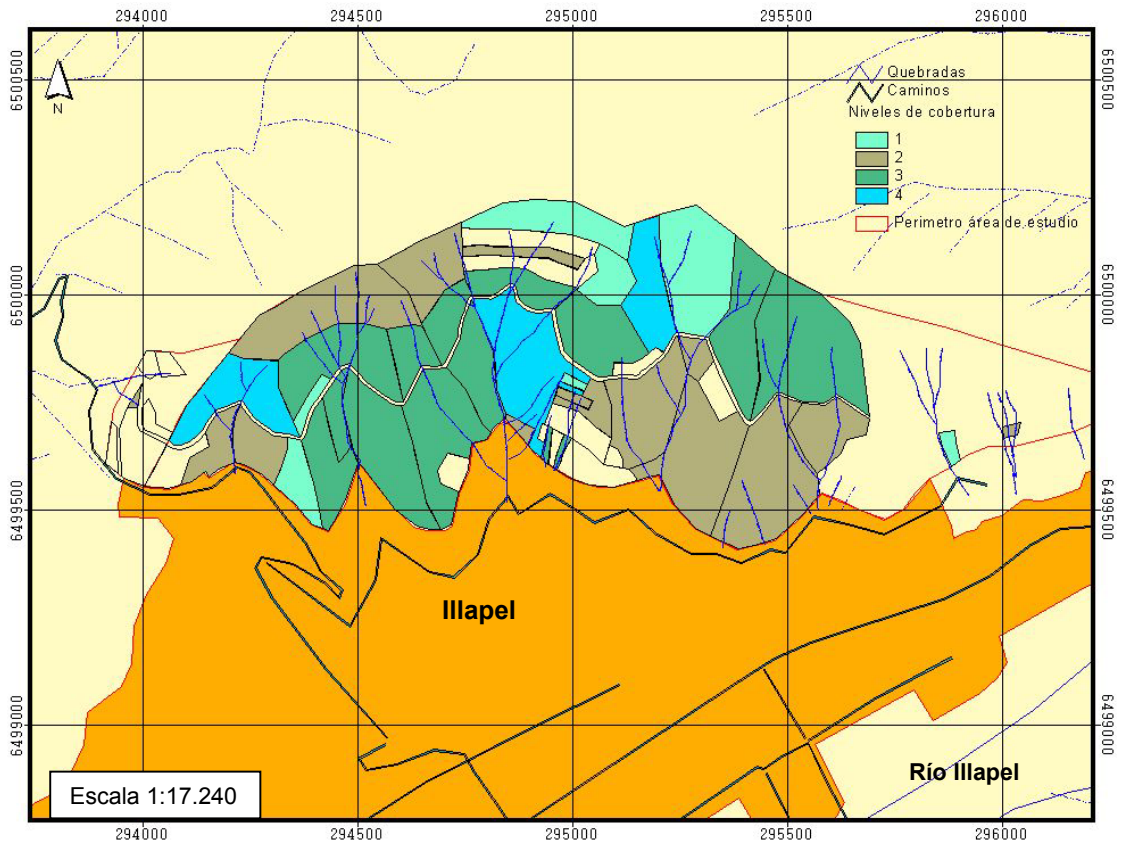


Figura 34.
Niveles de cobertura obtenidos.

De las especies analizadas se puede concluir que los mejores resultados de sobrevivencia y cobertura se observa en *Schinus molle* y en *Quillaja saponaria*, que fueron incorporados en situaciones de altitud, pendiente y posición en la ladera diferentes, presentando desarrollos importantes a pesar de las limitantes del medio, siendo valorables además *Prosopis chilensis* y *Senna candolleana* en los terrenos con condiciones de profundidad y exposición adecuadas. Los resultados de menor calidad se observan en *Atriplex repanda* debido a la competencia por espacio con las especies naturales y a la baja densidad de plantación utilizada, un 50% menos de los que se recomienda en el caso de arbustos de tipo forrajero.

4.3 Recomendaciones acerca del futuro manejo de las especies seleccionadas

4.3.1 Acciones de manejo

4.3.1.1 Poda

La poda constituye una práctica que consiste en cortar parte de una planta para potenciar su desarrollo y mejorar su forma de acuerdo a un determinado objetivo. En este caso, se deberá efectuar una poda de formación, que optimice el desarrollo lateral de los individuos de modo de lograr una mayor cobertura del espacio. En la corta se deberá eliminar las ramas de menor desarrollo y las que presenten algún daño, materializando el trabajo en invierno antes del inicio del proceso de desarrollo vegetativo.

En el sector no existe problema de heladas, ya que éstas se concentran en las partes más bajas cercanas al Río Illapel. De las especies seleccionadas es pertinente la intervención en *Prosopis chilensis*, *Schinus molle* y *Quillaja saponaria*. En el caso de *Senna candolleana* se deberá intervenir los ejemplares de mayor desarrollo, formando su copa y potenciando el desarrollo de los fustes principales. El producto de la poda se puede destinar a obras de conservación de suelos como la implementación de fajinas o la distribución de las ramas sobre un terreno con poca o nula vegetación para propiciar una revegetación, previo trabajo de remoción y siembra de semillas adecuadas a las condiciones del lugar.

4.3.1.2 Clareos

En las zonas áridas los clareos se utilizan para disminuir la competencia entre los retoños de una misma cepa, potenciando el crecimiento de los individuos restantes (Vita, 1996). Los ejemplares plurifustales de *Schinus molle* y *Quillaja saponaria*, deberán ser intervenidos eliminando los fustes de menor desarrollo con la finalidad de favorecer el crecimiento de los más vigorosos, dejando 2 o 3 por individuo.

4.3.1.3 Acciones de cosecha de agua

Con la finalidad de maximizar el aprovechamiento de las precipitaciones se recomienda efectuar labores de mejoramiento de la casilla de plantación, removiendo el suelo y conformando bordes externos, para acumular una mayor cantidad de agua.

4.3.1.4 Mantenimiento y recuperación de las obras de conservación de suelos

Un gran porcentaje de los diques se encuentra destruido y colmatados por lo que se deberá recuperar y mejorar con la construcción de un nuevo muro sobre la cubeta ya estabilizada. En el caso de las zanjas de infiltración se deberá retirar los sedimentos para prolongar su vida útil. Este tipo de trabajos se deberá privilegiar en las microcuencas con mayor efecto sobre la población que corresponde a los Sectores 2, 3 y 4.

4.3.1.5 Reforestación

Se deberá considerar una labor de reforestación intensificando los trabajos de preparación de suelo y los cuidados posteriores, considerando una eventual fertilización y la incorporación de un mulch, en base a plástico o material vegetal que favorezca la permanencia de la humedad. Vita (1990) indica que una mejor preparación del suelo en

los climas mediterráneos semiáridos, no solamente permite constituir un reservorio de agua para el período estival, sino también para los años en que se acentúa el déficit hídrico que es la condición más frecuente de la región.

Es importante destinar esfuerzos a esta intervención en consideración a que la cubierta vegetal es un factor que actúa directamente en la regulación del escurrimiento y la erosión, dispersa las gotas de lluvia reduciendo su energía, intercepta un volumen de agua en el follaje facilitando la infiltración y produce un efecto de regulación en el contenido de humedad del suelo (Núñez, 1981).

En el Cuadro 42, se indica los sectores y superficie a reforestar, iniciando esta faena por los lugares con menor cubierta vegetal y mayor efecto sobre la ciudad (Sectores 2 y 4).

Cuadro 42.
Sectores a reforestar.

Sector	Superficie (ha)	Especies
1	5,0	<i>Schinus molle</i>
2	6,0	<i>Prosopis chilensis</i> , <i>Quillaja saponaria</i> , <i>Senna candolleana</i>
3	3,0	<i>Quillaja saponaria</i> , <i>Senna candolleana</i>
4	15,0	<i>Schinus molle</i> , <i>Senna candolleana</i>
5	9,0	<i>Schinus molle</i>
6	4,0	<i>Schinus molle</i> , <i>Prosopis chilensis</i>
7	4,1	<i>Schinus molle</i>
8	2,6	<i>Schinus molle</i>
Total	48,7	

4.3.1.6 Tratamientos de conservación de suelos

Para lograr un asentamiento de la forestación se recomienda implementar nuevos tratamientos de conservación de suelos como los que se indica en el Cuadro 43, con la finalidad de consolidar las obras existentes.

Cuadro 43.
Trabajos de conservación de suelos a implementar.

N°	Tipo de tratamiento	Lugar	Sector
1	Muro de infiltración	camino interior	2
		sendero	3
		sendero	9
2	Muretes	ladera Este	3
		ladera Sur	9
3	Diques	quebrada	4
4	Fajinas	ladera Este	5
		ladera Este	9

4.3.1.7 Vigilancia

Con la finalidad de potenciar los resultados de las acciones realizadas se deberá mantener la presencia de un cuidador del área para detectar problemas y realizar labores de reparación, en consideración al gran esfuerzo desplegado. El aumento del riesgo de incendios forestales cobra importancia para la coordinación de un ataque temprano.

4.3.1.8 Educación

Se deberá enfatizar el trabajo con la comunidad para valorizar las forestaciones como un importante elemento para mejorar la calidad de vida.

4.3.2 Forestación en sectores con situaciones similares

En la Provincia de Choapa existen problemas similares a los de la cuenca periurbana de la Ciudad de Illapel en las localidades de Canela Baja, Canela Alta y Salamanca, en las cuales se podría implementar acciones que permitan recuperar las laderas que vierten hacia estos centros poblados.

La plantación deberá ser realizada considerando técnicas que favorezcan el establecimiento y desarrollo, como la preparación mecánica en los sectores de pendiente adecuada al trabajo mecánico, utilizando especies nativas propiciando la diversificación. Es evidente el mejor desarrollo de las plantas en lugares en que la remoción de suelos es mayor. La aplicación de fertilizante es importante de considerar para mejorar la opción de la planta de afianzarse.

Otra posibilidad es la de realizar siembra directa en lugares con mejor condición de textura y de exposición, utilizando semillas con tratamiento previo de remojo o escarificado, de especies como *Senna candolleana* y *Schinus molle*.

Entre las especies adecuadas para este tipo de trabajo se propone, aparte de las seleccionadas para este estudio, *Acacia capensis*, *Acacia caven*, *Acacia saligna*, *Eucalyptus camaldulensis* y *Schinus poligama*, concentrando esfuerzos en áreas de exposición sur y protegidos del efecto desecante del viento.

Junto con las anteriores es recomendable considerar *Galenia secunda* y *Muehlenbeckia hastulata* para utilizar en áreas con presencia de erosión en cárcavas, con la finalidad de proteger una superficie de terreno considerable en un tiempo inferior a tres años, dependiendo de las precipitaciones. La mantención es un paso necesario de considerar ya que tanto las obras de conservación de suelos, como el cercado y la cantidad y calidad de las plantas depende de un permanente seguimiento, sobretodo en estas zonas tan frágiles.

4.3.2.1 Salamanca

En el caso de Salamanca, localidad ubicada a 28 km al sureste de Illapel, la Corporación inició en 2001 trabajos en la microcuenca conformada por el Cerro El Consuelo, que presenta una cantidad importante de cárcavas, producidas por la pérdida de suelo debida a los cultivos de secano, a la extracción de leña y a la presencia permanente de ganado caprino. Se realizó un trabajo de motivación con los propietarios y con las autoridades y se implementó la ejecución de obras de conservación de suelos en los cursos de agua, diques con piedras y diques gavionados, financiado con presupuesto de proyectos de emergencia. El problema principal para concretar los esfuerzos desplegados a la fecha ha sido gestionar una fuente de financiamiento que permita construir un cerco que excluya el área del ganado y materializar una forestación.

El efecto que producen las precipitaciones es similar al que se evidenciaba en Illapel, ya que el sedimento afecta directamente a la ciudad, dañando la infraestructura urbana y su actividad normal.

4.3.2.2 Canela Alta

En Canela Alta, poblado ubicado a 70 km al noroeste de Illapel, se ejecutó un proyecto similar en la década de 1980 con resultados de menor impacto que el trabajo realizado en Illapel, principalmente por las condiciones de terreno y por las limitantes climáticas, de mayor aridez, lo que ocasionó una mortalidad importante de las plantas consideradas en la forestación.

4.3.2.3 Canela Baja

La condición del área urbana de esta localidad, ubicada a 2 km de Canela Alta, es similar a los casos enunciados, debido al incremento en la construcción de viviendas en lugares con mayor pendiente, por lo que es pertinente dedicar recursos y esfuerzos para estabilizar las quebradas y laderas y mejorar la cantidad de vegetación del sector.

4.3.2.4 Illapel

Aledaño al Cerro Pajaritos en dirección Oeste se ubica el Cerro Pichanilla en que CONAF inició un trabajo de recuperación en 2001, excluyendo una superficie de 21 hectáreas y realizando una forestación con especies nativas y labores de construcción de zanjas de infiltración en la parte alta. La inquietud por replicar lo realizado en el sector vecino se originó luego de los temporales de 1997, que provocaron una grave inundación en un área urbanizada. El resultado se vio afectado por un incendio ocurrido en 2003 que dañó un porcentaje importante a la plantación y la cobertura arbustiva natural que se había recuperado.

Este lugar es un buen referente de lo que era en una etapa inicial el Cerro Pajaritos, en que resaltaba solo el estrato herbáceo, con una baja a nula cobertura arbustiva.

4.4 Consideraciones

La ejecución de una plantación con especies nativas y exóticas, para recuperar una superficie de 108,8 ha de la ladera de exposición sur de las microcuencas que vierten hacia la Ciudad de Illapel, considerando obras de recuperación de suelos en toda el área intervenida, constituyó un trabajo de relevancia para la región. El trabajo descrito valida la función de la Ingeniería Forestal en las zonas áridas, en el sentido de ofrecer una respuesta a la demanda de la comunidad, por una solución efectiva al control de la erosión, situación que requiere enfatizar los esfuerzos para involucrar a los beneficiarios en la permanencia de este tipo de acciones.

Los esfuerzos para realizar labores que permitan revertir el proceso de degradación de los recursos naturales de la Ciudad de Illapel, se han visto limitados por las condiciones imperantes de clima, efecto de la fauna advena y cercanía al área urbana. El problema de mayor importancia ha sido la presión que ejerce la población sobre el sector, para obtención de leña y para ingresar animales, lo que ha provocado la pérdida del cerco perimetral en dos oportunidades con el consiguiente costo. El efecto sobre los trabajos se evidencia además, en la costumbre de los niños, principalmente, de usar las laderas más pronunciadas para actividades de recreación como el deslizamiento y en las actividades de captura de conejos y liebres, para lo cual remueven las piedras de los diques, perdiendo estos la capacidad de acumular sedimentos.

El aumento de la población, tanto por el crecimiento natural de las familias como por la migración campo ciudad, ha influido en que la construcción de viviendas, limite con el perímetro del área y lo que es más grave, es que se ha edificado en el fondo de las quebradas, con el consiguiente riesgo, en la actualidad disminuido por la existencia de obras de contención, pero que eventualmente puede representar un grave peligro para la población.

Uno de los efectos positivos del trabajo lo grafica el aumento de la vida silvestre en el área, principalmente de aves, lo que aprecia en los nidos construidos en los árboles.

La necesidad de recreación de los habitantes urbanos requiere de la inversión en la conformación de sectores con bosques y en la mantención de áreas con vegetación natural que posibiliten la sensibilización de la comunidad, respecto de los recursos cada vez más escasos y amenazados de la zona.

En la comuna se cuenta en la actualidad con una superficie forestada de 2.124 ha, principalmente con la especie arbustiva *Atriplex nummularia*, y 334 ha con *Eucalyptus globulus* en los sectores bajo riego (CONAF, 2004), lo que representa un exiguo porcentaje, por lo que es imperioso asumir proyectos que favorezcan el incremento de los recursos naturales.

5 CONCLUSIONES

- Se caracterizó un trabajo de forestación que consideró como parte importante las labores de conservación de suelos, que potencian el aprovechamiento del agua, un elemento escaso en la región. Para ello se recopiló información y se describió las particularidades del área, proponiendo una sectorización que permitirá un mejor seguimiento del trabajo y de las acciones que se implementen.
- Los trabajos realizados en las quebradas y en las laderas tuvieron un efecto positivo disminuyendo en forma importante el arrastre de material sólido y mejorando ostensiblemente el paisaje. En la actualidad se aprecia la mayoría de los diques colmatados y con importantes niveles de revegetación natural con especies como *Lobelia polyphylla*, *Muehlenbeckia hastulata*, *Baccharis linearis* y gramíneas.
- La forestación se efectuó a baja densidad con la finalidad de cubrir una mayor superficie y por las limitaciones del terreno, que no permitían el trabajo en forma óptima en todos los sectores. En general se utilizó un distanciamiento de 6 m entre surcos, construyendo casillas en la parte baja de las zanjas de infiltración que favorecieron la cosecha de agua. La faena se concentró en la época invernal generando una importante fuente de trabajo para la población en una zona deficitaria en oportunidades de desarrollo.
- Se favoreció el incremento de la cobertura de la superficie intervenida desde niveles bajos hasta valores superiores a 60%, considerando las especies introducidas y las existentes que producto de la exclusión experimentaron una recuperación importante. Destaca la presencia de especies consideradas vulnerables a nivel regional como *Porlieria chilensis*, *Kageneckia oblonga*, *Maytenus boaria* y *Bridgesia incisifolia*.
- Los mejores resultados de sobrevivencia se observan en el Sector 3 que corresponde a la Quebrada Los Apestados, el de mayor superficie y en donde se inició el proceso de forestación en 1975, producto de las condiciones favorables de exposición y presencia de vegetación natural. La cobertura supera el 50 % en uno de los rodales, considerando las especies nativas.
- Los resultados más bajos en cuanto a sobrevivencia de la plantación, se observa en los Sectores 6, 7 y 8 en que la plantación con *Schinus molle* no prosperó, debido a condiciones de sitio más extremas. Corresponde a un área con afloramientos rocosos y con mayor exposición al viento y al sol. Sin embargo la recuperación de la vegetación natural compensó el fracaso de la plantación.
- Las mayores alturas y diámetros tanto de tocón como de copa de las especies arbóreas se observan en los fondos de quebrada, en los sectores bajos de menor pendiente y en los bordes del camino interior.
- Las alturas que se observan en *Prosopis chilensis* evidencian un resultado con esta especie que no es posible lograr en otros lugares, principalmente por efecto del ataque de lagomorfos que lo apetece en mayor forma, e imposibilitan su recuperación. En el Sector 2 alcanza alturas de 9 m, abarcando una superficie de 50,2 m² por individuo, lo que no se observa en las otras especies analizadas.
- Los mejores resultados en sobrevivencia se observan en *Schinus molle* que constituye la especie principal del trabajo de forestación, con coberturas que varían desde 7% hasta 38%

y alturas máximas de 13 m que solamente se dan en ejemplares ubicados en situaciones más favorables. Es recomendable potenciar el uso de esta especie en labores similares y en lugares que se requiera sombra para el ganado.

- La plantación de *Quillaja saponaria* es la de mejor resultado en la región por la sobrevivencia alcanzada y por el desarrollo, con alturas promedios de 3,4 m y una cobertura favorable para la protección del terreno. El ejemplar de mayor altura, 10 m, se ubica en el fondo de la quebrada del Sector 3.
- La plantación de *Senna candolleana* que ocupa una superficie de 0,5 hectáreas presenta una sobrevivencia superior a 70%, con coberturas de 40% en sectores de una de las quebradas utilizadas y alturas de hasta 6 m. El resultado observado servirá de base para potenciar su uso en acciones similares. Junto con *Acacia saligna* y *Eucalyptus sp* es una de las especies más afectadas por la extracción de leña.
- Con *Atriplex repanda* se conformó un rodal en la parte alta del Sector 3 con una sobrevivencia de 60% y una altura promedio de 1,6 m. Aunque la cobertura no resultó adecuada para los fines de protección, el trabajo de remoción de suelo favoreció el desarrollo de la vegetación arbustiva.
- Se identificó las principales acciones a realizar en el área de estudio para propiciar un mejoramiento de las acciones, que considera la intervención de las especies estudiadas realizando podas y clareos para potenciar un desarrollo en altura, sin afectar el cubrimiento que se debe mantener. Así en los sectores con menor sobrevivencia se plantea una reforestación enfatizando la preparación de suelo y seleccionando individuos vigorosos.
- Se considera adecuado implementar labores tendientes a recuperar los trabajos de conservación de suelos y a materializar otras acciones de control de erosión en sectores con mayor efecto sobre la ciudad.
- En la Provincia de Choapa existe situaciones similares a la analizada, por lo que es recomendable efectuar una planificación y motivar a los Municipios involucrados, en implementar las acciones descritas para disminuir el arrastre de sedimentos a los centros poblados, aportando a mejorar la calidad de vida de la población. Entre los lugares identificados se recomienda replicar este tipo de trabajos en las localidades de Salamanca, Canela Alta, Canela Baja e Illapel en un sector aledaño al área de estudio.
- Una de las externalidades de este tipo de intervenciones se relaciona con el aspecto recreativo y el aportar áreas verdes a la ciudad, sobretodo en esta región en que los alrededores han sido fuertemente intervenidos para la cosecha de leña y para la adecuación de lugares de cultivo.

6. BIBLIOGRAFIA

- AGRARIA Consultores. 1999. Plan de reactivación económica de la Comuna de Illapel. Corporación de Fomento de la Producción, Fondo de Estudios Sectoriales. 30 p y anexos.
- BENOIT, I. (ed.). 1989. Libro rojo de la flora terrestre de Chile (primera parte). Corporación Nacional Forestal. 157 p.
- CALDENTEY, J. 1987. Distritos agroclimáticos de la IV Región. Corporación Nacional Forestal, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 82 p.
- CERDA, J. 1990. Memoria CONAF 1973 a marzo 1990. Corporación Nacional Forestal Región de Coquimbo. Documento Interno. 20 p.
- CONAF. 1989. Informe Proyecto Cerro Pajaritos. Departamento Técnico Oficina Provincial Choapa, Región de Coquimbo. Documento Interno. 10 p.
- CONAF. 1999. Recuperación de suelos degradados en el marco de la nueva ley de fomento forestal. Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional Forestal. 83 p.
- CONAF. 2003. Programa comunicacional para apoyar los Planes de Difusión de la Estrategias de CONAF para el Desarrollo Regional. 34 p y anexos.
- CONAF, GOBIERNO REGIONAL CUARTA REGIÓN DE COQUIMBO, UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, UNIVERSIDAD DE LA SERENA. 2004. Catastro de uso del suelo y vegetación Cuarta Región de Coquimbo. 32 p.
- ETIENNE, M. y PRADO, C. 1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras, conceptos y manual de uso práctico. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales. 120 p.
- FAO. 1997. Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. Serie: Zonas Áridas y Semiáridas N° 12. 347 p.
- FAUNDEZ, L. y MIERES, G. 1987. Productividad forestal y forrajera en el tipo forestal esclerófilo y estepa de *Acacia caven*, revisión bibliográfica. Corporación Nacional Forestal y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, FAO. Investigación y Desarrollo de Áreas Silvestres Zonas Áridas y Semiáridas de Chile, Documento de trabajo N°8. 39 p.
- GAJARDO, R. 1993. La vegetación natural de Chile, clasificación y distribución geográfica. Colección Imagen de Chile, Editorial Universitaria. 165 p.
- GAJARDO, R., MIRANDA, I., CARO, C. y GIRÓN, G. 1996. Estudio de caso: impacto de la desertificación sobre el medio físico, ecológico, socio-económico y las acciones mitigadoras posibles de emprender, Comuna de Illapel (IV Región) y Curepto (VII Región), Chile. Corporación Nacional Forestal, Oficina Coordinadora del Programa de Acción Contra la Desertificación. 168 pp.

- GOBIERNO REGIONAL DE COQUIMBO. 1994. Estrategia regional de desarrollo período 1994-2000. Intendencia Región de Coquimbo. 91 p.
- GONZÁLEZ DEL RIO, C., SANTIBÁÑEZ, F., y SOTO, G. (ed.). 2001. Compendio de información ambiental socioeconómica y silvoagropecuaria de la IV Región de Coquimbo, información para proyectos de desarrollo local. Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura, INDAP-PRODECOP IV Región, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Centro de Agricultura y Medio Ambiente (AGRIMED). 135 p.
- IBARRA, M., GAJARDO, R., GREZ, I. y SERRA, M. T. 1988. Obtención de antecedentes básicos para la preparación de un Plan de Manejo de conservación de bosques relictos en el sector Pichidangui – Los Molles (IV y V Región. Chile). Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/83-017, Investigación y Desarrollo de Áreas Silvestres en Zonas Áridas y Semiáridas. 267 p.
- I.G.M. 1985, Atlas Geográfico de Chile para la Educación. Instituto Geográfico Militar. Santiago de Chile 1 Edición. 140 p.
- INE. 2003. Resultados Censo Población 2002.
- IREN. 1977. Comunidades Agrícolas IV Región. Estudio realizado por el Instituto de Investigación de Recursos Naturales para la CORFO. Publicación 20. Santiago. 149 p.
- MONTENEGRO, G. 2000. Chile, nuestra flora útil, guía de plantas de uso apícola, en medicina folklórica artesanal y ornamental. Colección en Agricultura, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Ediciones Universidad Católica de Chile. 267 p.
- NÚÑEZ, G. y ZACHMANN, W. 1981. Evaluación del tratamiento hidrológico forestal de laderas de secano en la cuenca del Río Limarí. Corporación Nacional Forestal, Boletín Técnico N° 2. 35 p.
- OYARZUN, M. y PALAVICINO, V. 1984. Evaluación de especies leñosas para ser usadas con fines energéticos en la Provincia de Choapa, IV Región. Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Escuela de Ciencias Forestales. 159 p.
- RODRÍGUEZ, R., MATTHEI, O. y QUEZADA, M. 1983. Flora arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción, Chile. 408 p.
- RUIZ DE GAMBOA, C. 1986. Proposición de superficies y especies para forestar con fines energéticos en la Provincia de Choapa, IV Región. Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Escuela de Ciencias Forestales. 104 p.
- SERRA, M. T. 1998. Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América. [en línea] <<http://www.fao.org/Regional/LAmerica/redes/sisag/arboles/Chi-p-ch.htm>>

- SERRA, M. T., PERALTA, M. y CABELLO, A. 1986. Ensayo de plantación de especies forrajeras nativas. 1º Informe de avance. Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/83-017. Actividad I, 1.33 /Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Departamento de Silvicultura, Santiago, Chile. 144 p.
- SEREMI DE VIVIENDA – I. M. DE ILLAPEL. 2001. Plan regulador comunal de Illapel y seccional Cuz Cuz, Declaración de Impacto Ambiental. Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo Región de Coquimbo e Ilustre Municipalidad de Illapel. 66 p.
- SOTO, G. 1982. Evaluación silvícola de las plantaciones de *Atriplex repanda* Phil. y *Atriplex nummularia* Lindl., en la IV Región. Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Escuela de Ciencias Forestales. 138 p.
- SOTO, G. 1999. Mapa preliminar de la desertificación en Chile (por comunas). Ministerio de Agricultura, Corporación Nacional Forestal. 87 p.
- SQUEO, F., ARANCIO, G. y GUTIERREZ, J. (ed.). 2001. Libro rojo de la flora nativa y los sitios prioritarios para su conservación: Región de Coquimbo. Gobierno Regional de Coquimbo, Corporación Nacional Forestal IV Región, Universidad de La Serena. Ediciones Universidad de La Serena. 372 p.
- TORRES, J. M. 1993. Problemática forestal y de medio ambiente en la Región de Coquimbo. Fundación Friedrich Naumann. 130 p.
- VILLARROEL, L., VICENCIO, M. y TAPIA, R. 1988. Illapel, Ciudad de Los Naranjos 1754-1988. Ilustre Municipalidad de Illapel. 220 p.
- VITA, A. 1990. Introducción de algunas especies de Eucalyptus en la zona mediterránea árida de Chile. Revista Ciencias Forestales Vol 6 N° 2 (117-133).
- VITA, A. y GREZ, I. 1992. Introducción de especies forestales con fines combustibles y forrajeras en la IV Región. Evaluación 1990. Corporación Nacional Forestal. IV Región Coquimbo – Universidad de Chile. 61 p.
- VITA, A. 1996. Producción forestal. En FAO. Planificación y manejo integrado de cuencas hidrográficas en zonas áridas y semiáridas de América Latina. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe, Serie: Zonas Áridas y Semiáridas N° 7. 321 p.
- VITA, A. 1998. Introducción de especies forestales con fines combustibles y forrajeras en la IV Región. Evaluación final. Corporación Nacional Forestal. IV Región Coquimbo–Universidad de Chile. 110 p.

APENDICE 1
LISTADO FLORISTICO CERRO PAJARITOS

El detalle de las especies identificadas en el sector se realizó con apoyo del Ingeniero Forestal Sr. Gustavo Mieres Urquieta y en base al *Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios Para su Conservación: Región de Coquimbo*.

LISTADO FLORÍSTICO CERRO PAJARITOS

DIVISIÓN

CLASE

FAMILIA

ESPECIE	AUTOR	NOMBRE COMÚN	FORMA DE VIDA	ORIGEN	EST. CONS.
---------	-------	--------------	---------------	--------	------------

PTERIDOPHYTA

POLYPODIOPSIDA

ADIANTACEAE

<i>Adiantum chilense</i>	Kaulf.	palito negro	hierba perenne	autóctona	FP
<i>Cheilanthes mollis</i>	(Kunze) K. Presl	doradilla	hierba perenne	autóctona	FP

PINOPHYTA (=Gymnospermae)

PINOPSIDA

EPHEDRACEAE

<i>Ephedra chilensis</i>	K. Presl	pingo - pingo	arbusto	autóctona	FP
--------------------------	----------	---------------	---------	-----------	----

MAGNOLIOPHYTA (=Angiospermae)

MAGNOLIOPSIDA (=Dicotyledonae)

APIACEAE (UMBELLIFERAE)

<i>Foeniculum vulgare</i>	Mill.	hinojo	hierba perenne	alóctona	nt
<i>Homalocarpus dissectus</i>	Math. et Const.		hierba anual	autóctona	IC (FP?)

ASCLEPIADACEAE

<i>Cynanchum boerhaviifolium</i>	H. et A.		hierba perenne	autóctona	FP
----------------------------------	----------	--	----------------	-----------	----

ASTERACEAE (COMPOSITAE)

<i>Ageratina glechonophylla</i>	(Less.) R.M. King et H. Rob.	barba de viejo	arbusto	autóctona	FP
<i>Anthemis cotula</i>	L.	manzanillón	hierba anual	alóctona	nt
<i>Aristeguietia salvia</i>	(Colla) R. M. King et H. Rob.	salvia macho	arbusto	autóctona	FP
<i>Baccharis linearis</i>	(R. et P.) Pers.	romero	arbusto	autóctona	FP
<i>Baccharis paniculata</i>	DC.	chilca	arbusto	autóctona	FP
<i>Bahia ambrosioides</i>	Lag.	chamiza	arbusto	autóctona	FP
<i>Chaetanthera limbata</i>	(D. Don) Less	chinita	hierba anual	autóctona	FP
<i>Chaetanthera sp.</i>		chinita	hierba anual	autóctona	nt
<i>Coniza sp.</i>			hierba perenne	autóctona	nt
<i>Flourensia thurifera</i>	(Mol.) DC.	maravilla del campo	arbusto	autóctona	FP
<i>Gamochaeta stachydifolia</i>	(Lam.) Cabr.	hierba de la perdiz	hierba perenne	autóctona	nt
<i>Gochnatia foliolosa</i>	(D Don) D Don ex H. et A.	mira mira	arbusto	autóctona	FP
<i>Gutierrezia resinosa</i>	(H. et A.) Blake	chilquilla	arbusto	autóctona	FP
<i>Haplopappus angustifolius</i>	(DC.) Reiche	botoncillo	arbusto	autóctona	FP
<i>Helenium aromaticum</i>	(Hook.) Bailey	manzanilla	hierba anual	autóctona	FP
<i>Hypochaeris radicata</i>	L.	diente de león	hierba anual	alóctona	nt
<i>Leucheria tenuis</i>	Less.		hierba anual	autóctona	nt
<i>Media sativa</i>	Mol.	melosa	hierba anual	autóctona	FP
<i>Mutisia ilicifolia</i>	Cav.	clavel del campo	arbusto voluble	autóctona	FP
<i>Ophryosporus paradoxus</i>	(Hook. et Arn.)	romero	arbusto	autóctona	FP
<i>Proustia cinerea</i>		palo yegua	arbusto	autóctona	FP
<i>Proustia cuneifolia</i>	D. Don	husillo	arbusto	autóctona	FP
<i>Senecio adenotrichius</i>	DC.	hierba sonza	sub - arbusto	autóctona	FP
<i>Senecio sp.</i>			arbusto	autóctona	FP
<i>Sonchus oleraceus</i>	L.	ñihue	hierba anual	alóctona	nt
<i>Taraxacum officinale</i>	Weber	diente de león	hierba anual	alóctona	nt

BORAGINACEAE

<i>Amsinckia hispida</i>		ortiguilla	hierba anual	autóctona	FP
<i>Cryptantha glomerata</i>	Lehm. ex Fisch. et C.A. Mey	viborera	hierba anual	autóctona	FP
<i>Heliotropium sp.</i>			hierba perenne	autóctona	nt
<i>Heliotropium stenophyllum</i>	H et A.	monte negro	arbusto	autóctona	FP
<i>Pectocarya linearis</i>	(R. et P.) DC.		hierba anual	autóctona	FP

BRASSICACEAE (CRUCIFERAE)

<i>Capsella bursapastoris</i>	(L.) Medik	bolsita del pastor	hierba anual	alóctona	nt
<i>Raphanus sativus</i>	L.	rábano	hierba anual	alóctona	nt
<i>Rapistrum rugosum</i>	(L.) All.	yuyo	hierba anual	alóctona	nt

CACTACEAE

<i>Echinopsis chiloensis</i>	(Colla) Friedich et G.D. Rowley	guillave	suculenta	Autóctona	FP
<i>Eulychnia acida</i>	Phil.	copao	suculenta	Autóctona	FP
<i>Neoporteria sp.</i>		quisquito	suculenta	Autóctona	FP

<i>Opuntia berteri</i> (Colla) A.E. Hoffm.	leoncito	suculenta	Autóctona	FP
CAESALPINACEAE				
<i>Senna cumingii</i> (Hook. et Arn.) H.S. Irwin et Barneby	alcaparra	arbusto	autéctona	FP
CAMPANULACEAE				
<i>Lobelia polyphylla</i> Hook. et Arn.	tabaco del diablo	arbusto	autéctona	FP
<i>Lobelia oligophylla</i> (Wedd) Lammers	tabaco del diablo	arbusto	autéctona	FP
CARYOPHYLLACEAE				
<i>Cardionema ramosissimum</i> (Weinm.) Nels. et Macbr.	dichilla	hierba perenne	autéctona	FP
<i>Herniaria cinerea</i> DC.		hierba anual	alóctona	nt
<i>Stellaria cuspidata</i> Willd. et Schlecht.	quilloi quilloi	hierba anual	alóctona	nt
CELASTRACEAE				
<i>Maytenus boaria</i> M. ol.	maitén	árbol	autéctona	V
CHENOPODIACEAE				
<i>Atriplex semibaccata</i> R. Br.	pasto salado	hierba perenne	alóctona	nt
<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	paico	hierba perenne	autéctona	FP
CONVOLVULACEAE				
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	correhuela	hierba anual	alóctona	nt
<i>Convolvulus chilensis</i> Pers.	correhuela	hierba perenne	autéctona	FP
<i>Dichondra sericea</i> Sw.	oreja de ratón	hierba perenne	autéctona	FP
CRASSULACEAE				
<i>Crassula closiana</i> (Gay) Reiche		hierba anual	autéctona	IC (V?)
CUSCUTACEAE				
<i>Cuscuta chilensis</i> Ker - Gawl.	cabello de ángel	parásita	autéctona	FP
EUPHORBIACEAE				
<i>Colliguaja odorifera</i> Mol.	colliguay	arbusto	autéctona	FP
<i>Euphorbia</i> sp.	pichoga	hierba anual	alóctona	nt
FUMARIACEAE				
<i>Fumaria</i> sp.	hierba de la culebra	hierba anual	alóctona	nt
GERANIACEAE				
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L' Hérit. ex Aiton	alfilerillo	hierba anual	alóctona	nt
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L' Herit. en Aiton	alfilerillo	hierba anual	alóctona	nt
<i>Geranium</i> sp.		hierba anual	autéctona	nt
LABIATAE				
<i>Lepechinia (Sphacele) salviae</i> (Lindl.) Briq	salvia	sub - arbusto	autéctona	FP
<i>Marrubium vulgare</i> L.	toronjil cuyano	hierba perenne	alóctona	nt
<i>Satureja gilliesii</i> (Graham) Briq.	oreganillo	sub - arbusto	autéctona	FP
<i>Teucrium bicolor</i> J. E. Sm.	oreganillo	sub - arbusto	autéctona	FP
LOASACEAE				
<i>Loasa tricolor</i> Ker - Gawl.	ortiga brava	hierba anual	autéctona	FP
<i>Loasa</i> sp.	ortiga brava	hierba anual	autéctona	nt
LORANTHACEAE				
<i>Tristerix aphyllus</i> (Miers ex DC.) Van Tiegh	quintral del quisco	parásita	autéctona	FP
LYTHRACEAE				
<i>Pleurophora pusilla</i> H. et A.	lengua de gallina	hierba anual	autéctona	FP
MALESHERBIACEAE				
<i>Malesherbia paniculata</i> D. Don		hierba anual	autéctona	FP
MALVACEAE				
<i>Cristaria</i> sp.	malvilla	hierba anual	autéctona	nt
<i>Sphaeralcea obtusiloba</i> (Hook.) G. Don	malva	hierba anual	autéctona	FP
MIMOSACEAE				
<i>Acacia caven</i> (Mol.) Mol.	espino	árbol	autéctona	FP
NYCTAGINACEAE				
<i>Mirabilis</i> sp.		hierba anual	autéctona	nt
ONAGRACEAE				
<i>Clarkia tenella</i> (Cav.) Lewis et Lewis	huasita, inuil	hierba anual	autéctona	FP

<i>Gayophytum micranthum</i> H. et A.		hierba anual	autóctona	FP
---------------------------------------	--	--------------	-----------	----

OXALIDACEAE

<i>Oxalis carnosus</i>	vinagrillo	hierba perenne	autóctona	nt
<i>Oxalis laxa</i> Hook. et Arn.	vinagrillo	hierba perenne	autóctona	FP
<i>Oxalis micrantha</i> Bertero ex Colla	vinagrillo	hierba perenne	autóctona	FP

PAPAVERACEAE

<i>Eschscholzia californica</i> Cham.	dedal de oro	hierba perenne	alóctona	nt
<i>Papaver somniferum</i> L.	amapola	hierba anual	alóctona	nt

PAPILIONACEAE

<i>Adesmia microphylla</i> Hook. et Arn.	paihuén	arbusto	autóctona	FP
<i>Adesmia tenella</i> Hook. et Arn.	arvejilla	hierba anual	autóctona	FP
<i>Astragalus</i> sp.	yerba loca	hierba perenne	autóctona	nt
<i>Lupinus microcarpus</i> Sims	arvejilla	hierba anual	autóctona	FP
<i>Medicago polymorpha</i> L.	hualputra	hierba perenne	alóctona	nt
<i>Medicago sativa</i> L.	alfalfa	hierba perenne	alóctona	nt

PLANTAGINACEAE

<i>Plantago hispidula</i> Ruiz et Pav.	triguillo	hierba anual	autóctona	FP
<i>Plantago lanceolata</i> L.	llantén	hierba anual	alóctona	nt

POLYGONACEAE

<i>Chorizanthe commissuralis</i> J. Remy		hierba anual	autóctona	FP
<i>Muehlenbeckia hastulata</i> (J. E. Sm.) Johnst.	quilo, mollaca	arbusto	autóctona	FP
<i>Polygonum persicaria</i> L.	duraznillo	hierba anual	autóctona	nt

PORTULACACEAE

<i>Calandrinia capitata</i> H. et A.	pata de guanaco	hierba anual	autóctona	FP
<i>Calandrinia compressa</i> Schrad. ex DC.	pata de guanaco	hierba anual	autóctona	FP

RANUNCULACEAE

<i>Anemone</i> sp.	centella	hierba perenne	autóctona	nt
--------------------	----------	----------------	-----------	----

ROSACEAE

<i>Acaena magellanica</i> (Lam.) Vahl.	pimpinela	hierba perenne	autóctona	FP
<i>Kageneckia oblonga</i> Ruiz et Pav.	bollén	árbol	autóctona	V
<i>Margyricarpus pinnatus</i> (Lam.) Kuntze	perilla	arbusto	autóctona	FP
<i>Quillaja saponaria</i> Mol.	quillay	árbol	autóctona	V

SANTALACEAE

<i>Quinchamalium chilense</i> Mol.	quinchamali	hierba perenne	autóctona	FP
------------------------------------	-------------	----------------	-----------	----

SAPINDACEAE

<i>Bridgesia incisifolia</i> Bert. Ex Cambess.	rumpiato	arbusto	autóctona	V
--	----------	---------	-----------	---

SCROPHULARIACEAE

<i>Alonsoa meridionalis</i> (L. f.) Kuntze	flor del soldado	arbusto	autóctona	FP
<i>Calceolaria biflora</i> Lam.	capachito	hierba perenne	autóctona	FP
<i>Calceolaria corymbosa</i> Ruiz et Pav.	capachito	arbusto	autóctona	V
<i>Calceolaria polyfolia</i> Hook.	capachito	arbusto	autóctona	FP
<i>Verbascum virgatum</i> Stokes	mitrún	hierba perenne	alóctona	nt

SOLANACEAE

<i>Cestrum parqui</i> L' Hérít	palqui	arbusto	autóctona	FP
<i>Lycium chilense</i> Miers ex A.DC.	coralillo	arbusto	autóctona	FP
<i>Nicotiana acuminata</i> (Graham) Hook		hierba anual	autóctona	FP
<i>Schizanthus pinnatus</i> Ruiz et Pav.	pajarito	hierba anual	autóctona	FP
<i>Solanum</i> sp.	tomatillo	arbusto	autóctona	FP

TROPAEOLACEAE

<i>Tropaeolum azureum</i> Miers ex Colla	relicario	hierba perenne	autóctona	FP
<i>Tropaeolum tricolor</i> Sweet	relicario	hierba perenne	autóctona	FP

URTICACEAE

<i>Urtica urens</i> L.	ortiga	hierba anual	alóctona	nt
------------------------	--------	--------------	----------	----

VERBENACEAE

<i>Glandularia laciniata</i> (L.) Schnack et Covas	verbena	arbusto	autóctona	FP
<i>Junellia selaginoides</i> (Kunth.) Mold.	verbena	arbusto	autóctona	FP

ZYGOPHYLLACEAE

<i>Portieria chilensis</i> Johnst.	guayacán	árbol	autóctona	V
------------------------------------	----------	-------	-----------	---

MAGNOLYOPHYTA (=Angiospermae)

LILIOPSIDA (=Monocotyledonae)

AMARYLLIDACEAE

<i>Alstroemeria</i> sp.	lirio del campo	hierba perenne	autóctona	FP
<i>Rodophiala phycelloides</i> (Herb) A.T. Hunz.	añafuca roja	hierba perenne	autóctona	FP

BROMELIACEAE

<i>Puya berteroniana</i> Mez.	chagual	suculenta	autóctona	FP
<i>Puya chilensis</i> Mol.	chagual	suculenta	autóctona	FP

DIOSCOREACEAE

<i>Dioscorea</i> sp.	papa cimarrona	hierba perenne	autóctona	nt
----------------------	----------------	----------------	-----------	----

IRIDACEAE

<i>Sisyrinchium graminifolium</i> Lindl.	huilmo	hierba perenne	autóctona	V
<i>Sisyrinchium junceum</i> E. May. ex K. Presl	huilmo	hierba perenne	autóctona	nt
<i>Solenomelus pedunculatus</i> (Gill. ex Hook.) Hochr.	maicillo	hierba perenne	autóctona	IC (V?)

LILIACEAE

<i>Brodiaea porrifolia</i> (Poepp.) Meigen		hierba perenne	autóctona	nt
<i>Camassia biflora</i> (R. et P.) Coc.	lágrima de la virgen	hierba perenne	autóctona	nt
<i>Leucocoryne ixioides</i> (Sims) Lindl	huille	hierba perenne	autóctona	V
<i>Pasithea coerulea</i> (R. et P.) D. Don.	azulillo	hierba perenne	autóctona	FP
<i>Trichopetalum plumosum</i> (R. et P.) Macbr.	flor de la plumilla	hierba perenne	autóctona	FP

POACEAE (GRAMINAE)

<i>Avena barbata</i> Pott ex Link	teatina	hierba anual	alóctona	nt
<i>Bromus berterianus</i> Colla	pasto largo	hierba anual	autóctona	FP
<i>Bromus mollis</i>	pasto largo	hierba anual	autóctona	nt
<i>Bromus rigidus</i>	pasto largo	hierba anual	autóctona	nt
<i>Lophochloa cristata</i> (L.) Hyl.	triguillo	hierba anual	alóctona	nt
<i>Melica hirta</i> Phil.		hierba anual	autóctona	nt
<i>Nassella chilensis</i> (Trin.) Desv.	nudillo	hierba perenne	autóctona	FP
<i>Poa annua</i> L.	piojillo	hierba anual	alóctona	nt
<i>Rytidosperma virescens</i> (Desv.) Nicora		hierba anual	alóctona	IC
<i>Stipa plumosa</i> Trin.	coirón	hierba perenne	autóctona	nt
<i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C. Gmel.	pasto delgado	hierba anual	alóctona	nt

TECOPHILAEACEAE

<i>Conanthera campanulata</i> (D. Don) Lindl.		hierba perenne	autóctona	FP
<i>Tecophilea violiflora</i> Bertero ex Colla		hierba perenne	autóctona	FP

SIMBOLOGÍA

EST. CONS. : Estado de Conservación

V : Vulnerable

FP : Fuera de Peligro

IC : Insuficientemente Conocida

nt : No tiene clasificación

Autóctona : Especie nativa del país

Alóctona : Especie introducida

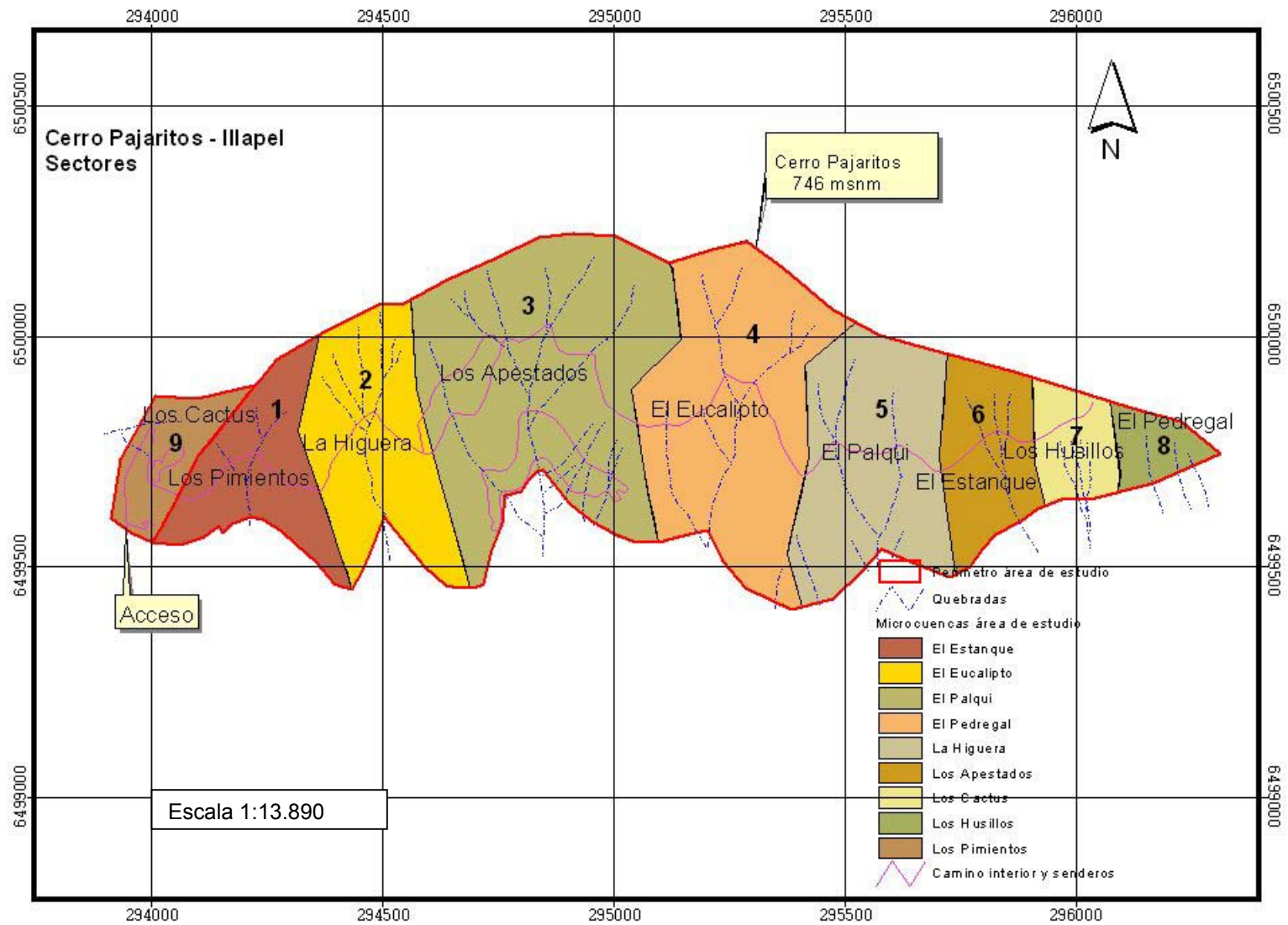
APENDICE 2
LISTADO ESPECIES UTILIZADAS EN LABORES DE FORESTACIÓN CERRO PAJARITOS

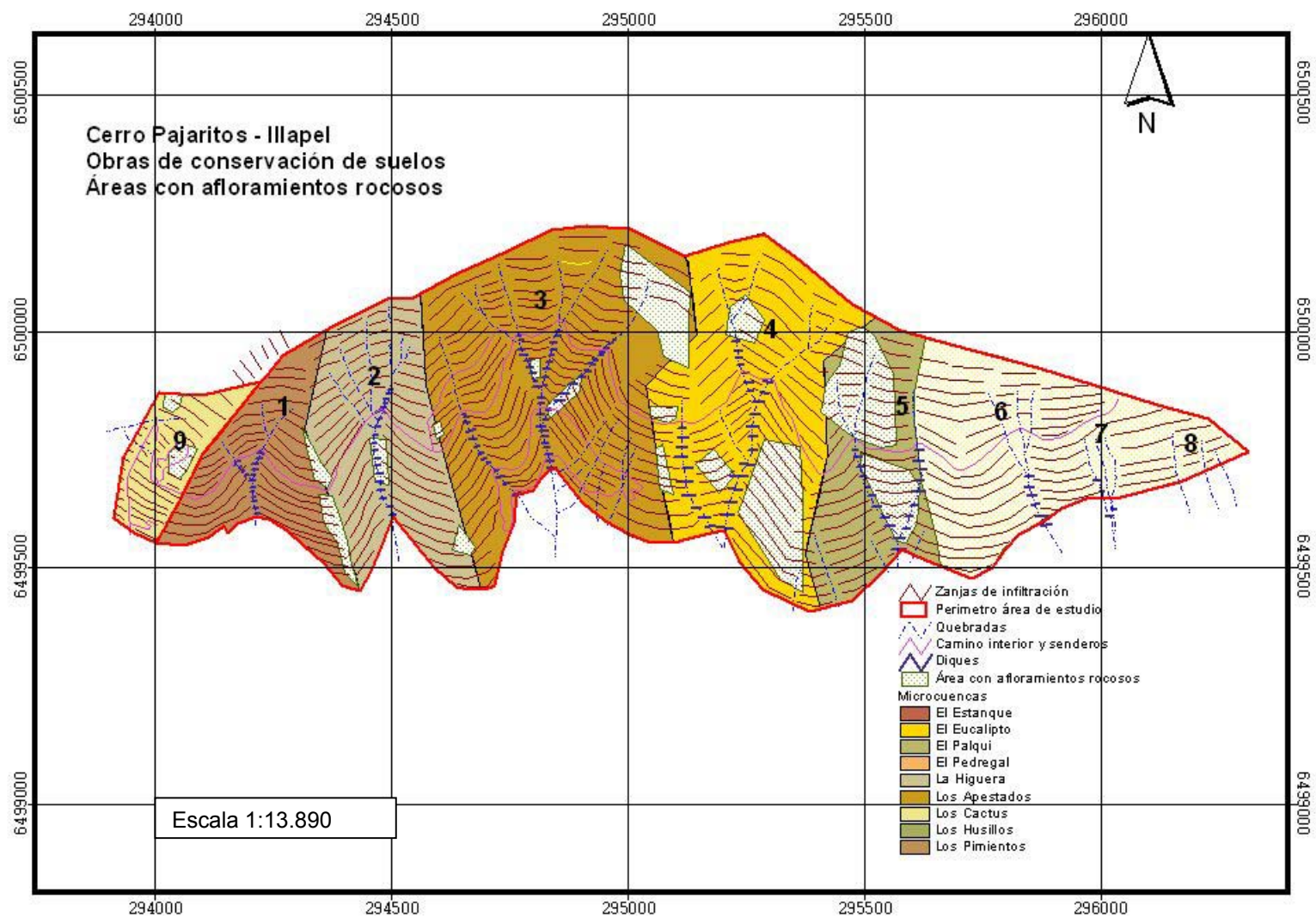
**ESPECIES UTILIZADAS EN FORESTACIÓN
CERRO PAJARITOS - ILLAPEL**

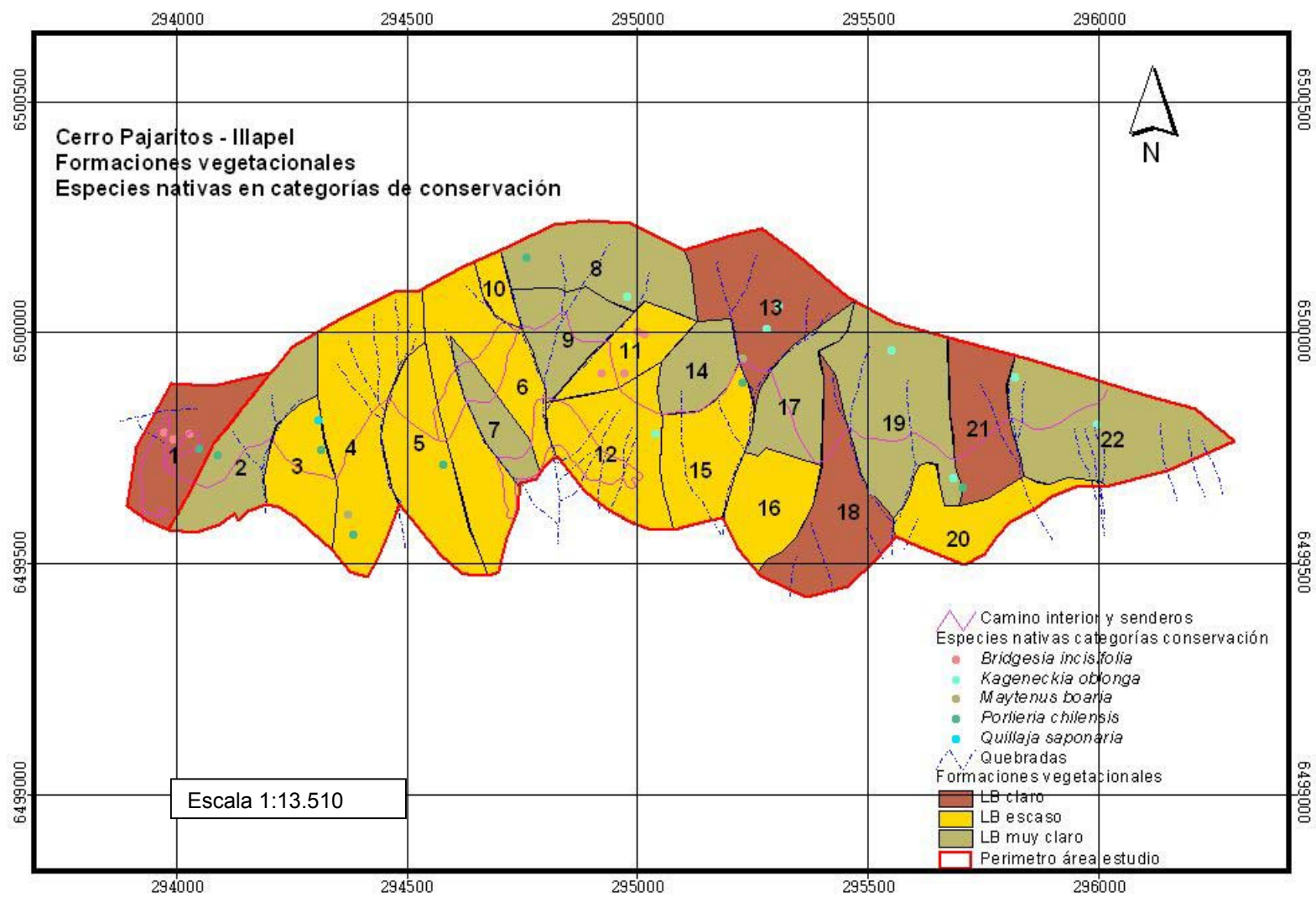
N°	Especie	Nombre común	Familia
1	<i>Acacia capensis</i> (Burm.f.) Burch	acacia hórrida	Mimosaceae
2	<i>Acacia caven</i> (Mol.) Mol.	espino	Mimosaceae
3	<i>Acacia cyclops</i> A. Cunn ex G. Don		Mimosaceae
4	<i>Acacia melanoxyton</i> R. Br.	aromo australiano	Mimosaceae
5	<i>Acacia saligna</i> (Labill.) H. Wendl.	aromo azul	Mimosaceae
6	<i>Acacia victoriae</i> Benth.		Mimosaceae
7	<i>Adesmia microphylla</i> H. et A.	paihuén	Papilionaceae
8	<i>Agave americana</i> L.	agave	Agavaceae
9	<i>Arundo donax</i> L.	cañaveral	Poaceae
10	<i>Atriplex nummularia</i> Lindl.	atriplex	Chenopodiaceae
11	<i>Atriplex repanda</i> Phil.	sereno	Chenopodiaceae
12	<i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol.) Kuntze	tara	Caesalpinaceae
13	<i>Colliguaja odorifera</i> Mol.	colliguay	Euphorbiaceae
14	<i>Cupressus arizónica</i>	ciprés	Cupresaceae
15	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	eucalipto	Myrtaceae
16	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	eucalipto	Myrtaceae
17	<i>Eucalyptus sp.</i>	eucalipto	Myrtaceae
18	<i>Flourensia thurifera</i> (Mol.) DC.	maravilla del campo	Compositae
19	<i>Galenia secunda</i> (Linnaeus f.) Sonder	galenia	Aizoaceae
20	<i>Jubaea chilensis</i> (Mol.) Baillon	palma chilena	Palmae
21	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam) de Wit	leucaena	Mimosaceae
22	<i>Lagunoa glandulosa</i> (Hook. et. Arn.) Don.	atutemo	Scrophulariaceae
23	<i>Maireana (Kochia) brevifolia</i>		Chenopodiaceae
24	<i>Maytenus boaria</i> Mol.	maitén	Celastraceae
25	<i>Muehlenbeckia hastulata</i> (Sm.) I.M. Johnst.	quilo	Polygonaceae
26	<i>Myoporum laetum</i> Forst.	mioporo	Myoporaceae
27	<i>Phoenix canariensis</i>	palmera	Palmae
28	<i>Pinus canariensis</i> Sweet ex Spreng.	pino canario	Pinaceae
29	<i>Prosopis chilensis</i> (Mol) Stuntz	algarrobo	Mimosaceae
30	<i>Quillaja saponaria</i> Mol.	quillay	Rosaceae
31	<i>Schinus latifolius</i> (Gill ex Lindl.) Engler	molle	Anacardiaceae
32	<i>Schinus molle</i> L.	pimiento	Anacardiaceae
33	<i>Schinus poligama</i> (Cav.) Cabrera	huingán	Anacardiaceae
34	<i>Senna candolleana</i> (Vogel) Irw. et Barneby	quebracho	Caesalpinaceae
35	<i>Simmondsia chinensis</i> (Link.) Schneider	jojoba	Buxaceae

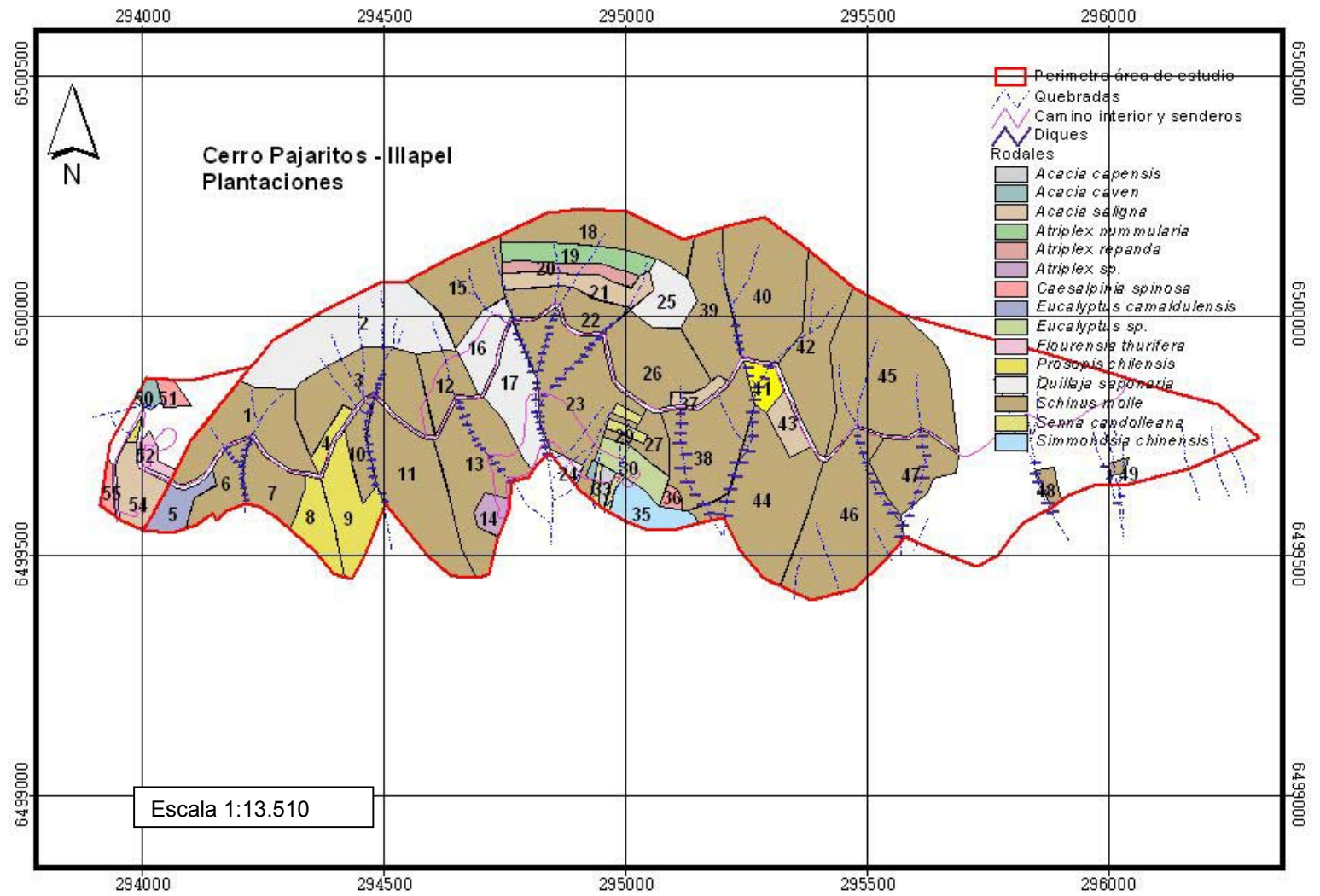
APENDICE 3
MATERIAL GRÁFICO CERRO PAJARITOS
(En base a Ortofoto E 14 Illapel año 2000)

- Sectores área de estudio
- Obras de conservación de suelos y afloramientos rocosos
- Formaciones vegetacionales y especies nativas en categorías de conservación
- Plantaciones









Unidad	Formación Vegetal	Formación Vegetal Simplificada	Especies Dominantes	Nombre Formación Vegetal
1	LB _c 4 H _a 4 S _d 1	LB 4 H 4 S 1	Gr / ab / eCH	Leñosa baja, herbácea clara y suculentas muy escasa
2	LB _c 3 H _a 5	LB 3 H 5	Gr / ab	Leñosa baja muy clara y herbácea poco densa
3	LB _c 2 H _a 5	LB 2 H 5	Gr / ab	Leñosa baja escasa y herbácea poco densa
4	LB _c 2 H _a 3	LB 2 H 3	Gr, Ha / ab	Leñosa baja escasa y herbácea muy clara
5	Lb _c 2 H _a 5	LB 2 H 5	Gr / ab	Leñosa baja escasa y herbácea poco densa
6	LB _c 2 H _a 3	LB 2 H 3	Gr /vm, ab	Leñosa baja escasa y herbácea muy clara
7	LB _d 2 LB _b 2 H _a 3	LB 2 LB 2 H 3	Am /Mp / vm, ab	Leñosa baja muy clara y herbácea muy clara
8	LB _d 3 H _a 4	LB 3 H 4	Ag / vm, ab	Leñosa baja muy clara y herbácea clara
9	LB _c 3 H _a 4	LB 3 H 4	Gr / ab, vm	Leñosa baja muy clara y herbácea clara
10	LB _d 2 H _a 4	LB 2 H 4	Am / ab, vm, pt	Leñosa baja escasa y herbácea clara
11	LB _c 2 H _a 3 S _d 1	LB 2 H 3 S 1	Gr / ab, pt, vm /eCh, pB	Leñosa baja escasa, herbácea muy clara y suculentas muy escasa
12	LB _d 2 H _a 3	LB 2 H 3	Pc / ab, vm	Leñosa baja escasa y herbácea muy clara
13	LB _d 4 H _a 4	LB 4 H 4	Ag / vm, ab	Leñosa baja y herbácea clara
14	LB _d 2 LB _c 3 H _a 5	LB 2 LB 3 H 5	Am/ hA / vm, ab	Leñosa baja muy clara y herbácea poco densa
15	LB _d 2 H _a 4	LB 2 H 4	Pc / ab, vm	Leñosa baja escasa y herbácea clara
16	LB _c 2 H _a 3	LB 2 H 3	Pc / ab, vm	Leñosa baja escasa y herbácea muy clara
17	LB _d 3 H _a 4 S _d 1	LB 3 H 4 S 1	Gr, Pc, Ha / ab, vm	Leñosa baja muy clara, herbácea clara y suculentas muy escasa
18	LB _d 4 H _a 4	LB 4 H 4	Pc, Am /vm	Leñosa baja y herbácea clara
19	LB _d 3 LB _c 2 H _b 4	LB 3 LB 2 H 4	Am /Pc/vm, ab	Leñosa baja muy clara y herbácea clara
20	LB _d 2 H _a 3	LB 2 H 3	Ha/vm	Leñosa baja escasa y herbácea clara
21	LB _c 4 LB _d 1 H _a 3	LB 4 LB 1 H 3	Ha, Ag/ Pc / vm, ab	Leñosa baja clara y herbácea muy clara
22	LB _c 3 LB _d 1 H _a 4	LB 3 LB 1 H 4	Ha, Ag/Am, Lp/vm,ab	Leñosa baja muy clara y herbácea clara

Ag	<i>Ageratina glechonophylla</i>	ab	<i>Avena barbata</i>
Am	<i>Adesmia microphylla</i>	pt	<i>Plantago tumida</i>
Gr	<i>Gutierrezia resinosa</i>	vm	<i>Vulpia myuros</i>
Ha	<i>Haplopappus angustifolius</i>		
Lp	<i>Lobelia polyphylla</i>	eCH	<i>Echinopsis chiloensis</i>
Mp	<i>Margyricarpus pinnatus</i>	pB	<i>Puya berteroniana</i>
Pc	<i>Proustia cuneifolia</i>		

RODALES IDENTIFICADOS EN PLANTACIÓN CERRO PAJARITOS

Rodal	Especie	Superficie (ha)	Ubicación Sector
1	<i>Schinus molle</i>	3,00	1
2	<i>Quillaja saponaria</i>	4,73	1-2-3
3	<i>Schinus molle</i>	3,43	2
4	<i>Prosopis chilensis</i>	0,34	2
5	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	0,79	1
6	<i>Schinus molle</i>	1,10	1
7	<i>Schinus molle</i>	1,32	1
8	<i>Prosopis chilensis</i>	1,13	1
9	<i>Prosopis chilensis</i>	1,91	2
10	<i>Schinus molle</i>	0,75	2
11	<i>Schinus molle</i>	3,79	2
12	<i>Schinus molle</i>	1,14	3
13	<i>Schinus molle</i>	3,77	3
14	<i>Atriplex sp.</i>	0,45	3
15	<i>Schinus molle</i>	2,30	3
16	<i>Quillaja saponaria</i>	1,14	3
17	<i>Quillaja saponaria</i>	1,96	3
18	<i>Schinus molle</i>	2,52	3
19	<i>Atriplex nummularia</i>	1,24	3
20	<i>Atriplex repanda</i>	0,66	3
21	<i>Acacia saligna</i>	1,18	3
22	<i>Schinus molle</i>	1,45	3
23	<i>Schinus molle</i>	4,52	3
24	<i>Quillaja saponaria</i>	0,20	3
25	<i>Quillaja saponaria</i>	1,16	3
26	<i>Schinus molle</i>	2,69	3-4
27	<i>Schinus molle</i>	0,73	3
28	<i>Senna candolleana</i>	0,11	3
29	<i>Senna candolleana</i>	0,17	3
30	<i>Eucalyptus sp.</i>	0,93	3
31	<i>Acacia caven</i>	0,06	3
32	<i>Senna candolleana</i>	0,11	3
33	<i>Acacia capensis</i>	0,17	3
34	<i>Senna candolleana</i>	0,12	3
35	<i>Simmondsia chinensis</i>	1,02	3
36	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,16	3
37	<i>Acacia saligna</i>	0,31	4
38	<i>Schinus molle</i>	3,34	4
39	<i>Schinus molle</i>	2,38	4
40	<i>Schinus molle</i>	4,22	4
41	<i>Schinus molle</i>	0,54	4
42	<i>Schinus molle</i>	3,09	4
43	<i>Acacia saligna</i>	0,60	4
44	<i>Schinus molle</i>	4,56	4
45	<i>Schinus molle</i>	6,03	5
46	<i>Schinus molle</i>	5,18	5
47	<i>Schinus molle</i>	1,89	5
48	<i>Schinus molle</i>	0,24	6
49	<i>Schinus molle</i>	0,10	7
50	<i>Acacia caven</i>	0,22	9
51	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,27	9
52	<i>Flourensia thurifera</i>	0,29	9
53	<i>Prosopis chilensis</i>	0,06	9
54	<i>Acacia saligna</i>	1,16	9
55	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,21	9
		86,94	

APENDICE 4
RODALES IDENTIFICADOS

Rodales identificados en plantación Cerro Pajaritos

N°	Rodal	Especie	Superficie (ha)	Sector	Sup./especie (ha)	Sup./especie estudio (ha)
1	33	<i>Acacia capensis</i>	0,17	3	0,17	
2	50	<i>Acacia caven</i>	0,22	9		
3	31	<i>Acacia caven</i>	0,06	3	0,28	
4	54	<i>Acacia saligna</i>	1,16	9		
5	21	<i>Acacia saligna</i>	1,18	3		
6	37	<i>Acacia saligna</i>	0,31	4		
7	43	<i>Acacia saligna</i>	0,6	4	3,25	
8	19	<i>Atriplex nummularia</i>	1,24	3	1,24	
9	20	<i>Atriplex repanda</i>	0,66	3	0,66	0,66
10	14	<i>Atriplex sp.</i>	0,45	3	0,45	
11	55	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,21	9		
12	36	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,16	3		
13	51	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0,27	9	0,64	
14	5	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	0,79	1	0,79	
15	30	<i>Eucalyptus sp.</i>	0,93	3	0,93	
16	52	<i>Flourensia thurifera</i>	0,29	9	0,29	
17	8	<i>Prosopis chilensis</i>	1,13	1		
18	4	<i>Prosopis chilensis</i>	0,34	2		
19	9	<i>Prosopis chilensis</i>	1,91	2		
20	53	<i>Prosopis chilensis</i>	0,06	9	3,44	3,44
21	2	<i>Quillaja saponaria</i>	4,73	1-2-3		
22	16	<i>Quillaja saponaria</i>	1,14	3		
23	17	<i>Quillaja saponaria</i>	1,96	3		
24	24	<i>Quillaja saponaria</i>	0,2	3		
25	25	<i>Quillaja saponaria</i>	1,16	3	9,19	9,19
26	1	<i>Schinus molle</i>	3	1		
27	7	<i>Schinus molle</i>	1,32	1		
28	3	<i>Schinus molle</i>	3,43	2		
29	10	<i>Schinus molle</i>	0,75	2		
30	11	<i>Schinus molle</i>	3,79	2		
31	12	<i>Schinus molle</i>	1,14	3		
32	13	<i>Schinus molle</i>	3,77	3		
33	23	<i>Schinus molle</i>	4,52	3		
34	15	<i>Schinus molle</i>	2,3	3		
35	18	<i>Schinus molle</i>	2,52	3		
36	22	<i>Schinus molle</i>	1,45	3		
37	26	<i>Schinus molle</i>	2,69	3-4		
38	39	<i>Schinus molle</i>	2,38	4		
39	42	<i>Schinus molle</i>	3,09	4		
40	45	<i>Schinus molle</i>	6,03	5		
41	44	<i>Schinus molle</i>	4,56	4		
42	46	<i>Schinus molle</i>	5,18	5		
43	49	<i>Schinus molle</i>	0,1	7		
44	6	<i>Schinus molle</i>	1,1	1		
45	38	<i>Schinus molle</i>	3,34	4		
46	40	<i>Schinus molle</i>	4,22	4		
47	41	<i>Schinus molle</i>	0,54	4		
48	47	<i>Schinus molle</i>	1,89	5		
49	48	<i>Schinus molle</i>	0,24	6		
50	27	<i>Schinus molle</i>	0,73	3	64,08	64,08
51	32	<i>Senna candolleana</i>	0,11	3		
52	34	<i>Senna candolleana</i>	0,12	3		
53	29	<i>Senna candolleana</i>	0,17	3		
54	28	<i>Senna candolleana</i>	0,11	3	0,51	0,51
55	35	<i>Simmondsia chinensis</i> y otras	1,02	3	1,02	
			86,94		86,94	77,88

APENDICE 5
NIVELES DE SOBREVIVENCIA Y COBERTURA DE LAS ESPECIES
SELECCIONADAS

Sobrevivencia y Cobertura
Especies seleccionadas

Rodal	Especie	Superficie (ha)	Sector	Dens. Actual pl/ha	Dens. Plant. pl/ha	Sobrev. (%)	Código	Cobertura (%)	Código
1	<i>Schinus molle</i>	3,00	1	480,0	550	87,3	4	36,2	4
2	<i>Quillaja saponaria</i>	4,73	1-2-3	40,0	500	8,0	1	8,8	2
3	<i>Schinus molle</i>	3,43	2	240,0	400	60,0	4	16,8	3
4	<i>Prosopis chilensis</i>	0,34	2	20,0	100	20,0	2	3,5	1
6	<i>Schinus molle</i>	1,10	1	310,0	550	56,4	4	8,5	2
7	<i>Schinus molle</i>	1,32	1	280,0	600	46,7	3	8,9	2
8	<i>Prosopis chilensis</i>	1,13	1	90,0	300	30,0	3	4,9	1
9	<i>Prosopis chilensis</i>	1,91	2	300,0	500	60,0	4	16,4	3
10	<i>Schinus molle</i>	0,75	2	250,0	550	45,5	3	13,2	3
11	<i>Schinus molle</i>	3,79	2	300,0	600	50,0	3	12,2	3
12	<i>Schinus molle</i>	1,14	3	300,0	600	50,0	3	15,0	3
13	<i>Schinus molle</i>	3,77	3	400,0	650	61,5	4	18,7	3
15	<i>Schinus molle</i>	2,30	3	500,0	600	83,3	4	8,8	2
16	<i>Quillaja saponaria</i>	1,14	3	400,0	450	88,9	4	11,8	3
17	<i>Quillaja saponaria</i>	1,96	3	380,0	450	84,4	4	14,1	3
18	<i>Schinus molle</i>	2,52	3	400	600	66,7	4	4,7	1
20	<i>Atriplex repanda</i>	0,66	3	450,0	660	68,2	4	8,4	2
22	<i>Schinus molle</i>	1,45	3	300,0	625	48,0	3	10,7	3
23	<i>Schinus molle</i>	4,52	3	460,0	700	65,7	4	38,3	4
24	<i>Quillaja saponaria</i>	0,20	3	250,0	625	40,0	3	9,7	2
25	<i>Quillaja saponaria</i>	1,16	3	110,0	300	36,7	3	5,0	1
26	<i>Schinus molle</i>	2,69	3-4	440,0	625	70,4	4	19,9	3
27	<i>Schinus molle</i>	0,73	3	380,0	700	54,3	4	9,4	2
28	<i>Senna candolleana</i>	0,11	3	500,0	625	80,0	4	4,6	1
29	<i>Senna candolleana</i>	0,17	3	500,0	650	76,9	4	6,5	2
32	<i>Senna candolleana</i>	0,11	3	500	625	80,0	4	16,0	3
34	<i>Senna candolleana</i>	0,12	3	300	500	60,0	4	17,8	3
38	<i>Schinus molle</i>	3,34	4	300	625	48,0	3	7,7	2
39	<i>Schinus molle</i>	2,38	4	420	625	67,2	4	23,5	4
40	<i>Schinus molle</i>	4,22	4	47	625	7,5	1	1,9	1
41	<i>Schinus molle</i>	0,54	4	300	500	60,0	4	9,1	2
42	<i>Schinus molle</i>	3,09	4	340	625	54,4	4	13,5	3
44	<i>Schinus molle</i>	4,56	4	320	800	40,0	3	8,7	2
45	<i>Schinus molle</i>	6,03	5	300	625	48,0	3	10,6	3
46	<i>Schinus molle</i>	5,18	5	240	500	48,0	3	9,1	2
47	<i>Schinus molle</i>	1,89	5	240	600	40,0	3	9,0	2
48	<i>Schinus molle</i>	0,24	6	80	625	12,8	1	2,9	1
49	<i>Schinus molle</i>	0,10	7	70	625	11,2	1	6,6	2
53	<i>Prosopis chilensis</i>	0,06	9	440	625	70,4	4	8,5	2
		77,88							

ANEXO 1
DETALLE PRECIPITACIONES PERÍODO 1937-2003
ESTACIÓN METEOROLÓGICA ILLAPEL

DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS OFICINA PROVINCIAL CHOAPA
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

PRECIPITACIONES 1937-2003

Illapel													
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1937	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	39,0	45,0	72,6	7,2	4,8	0,0	0,0	170,6
1938	0,0	0,0	23,5	0,0	111,8	42,5	24,1	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	205,9
1939	0,0	0,0	0,0	0,0	14,5	70,2	0,7	9,0	14,8	21,0	0,0	24,5	154,7
1940	0,0	0,0	0,0	3,0	23,0	91,0	77,0	67,0	14,0	0,0	0,0	0,0	275,0
1941	0,0	0,0	0,0	81,0	80,6	31,8	63,6	136,5	0,0	0,0	0,0	0,0	393,5
1942	0,0	0,0	0,0	0,0	44,0	71,0	51,0	138,0	10,0	24,0	33,0	0,0	371,0
1943	0,0	0,0	0,0	0,0	27,0	42,0	31,0	44,0	1,0	1,0	0,0	0,0	146,0
1944	0,0	4,0	0,0	23,0	43,0	82,0	26,0	101,0	0,0	18,0	0,0	0,0	297,0
1945	0,0	57,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	35,0	17,0	0,0	0,0	0,0	112,0
1946	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	46,0	16,0	31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	118,0
1947	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	65,0	101,0	0,0	0,0	30,0	0,0	0,0	196,0
1948	0,0	0,0	0,0	0,0	63,3	34,0	78,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	175,3
1949	0,0	0,0	0,0	0,0	25,4	41,2	48,0	23,5	0,0	0,0	0,0	0,0	138,1
1950	0,0	0,0	0,0	41,4	112,5	0,0	2,0	4,8	34,2	4,2	18,1	0,0	217,2
1951	0,0	0,0	0,0	13,8	56,8	44,5	74,6	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	192,9
1952	0,0	0,0	0,0	0,0	11,3	108,0	49,0	11,5	16,4	1,0	0,0	0,0	197,2
1953	0,0	0,0	0,0	38,8	46,2	14,6	53,5	127,0	28,8	0,9	0,0	0,0	309,8
1954	0,0	0,0	1,0	40,6	71,8	93,3	19,7	26,1	0,0	0,0	0,0	0,0	252,5
1955	0,0	0,0	0,0	3,0	54,5	3,0	23,6	22,0	8,3	29,5	0,0	0,0	143,9
1956	0,0	0,0	37,5	2,7	1,6	5,0	52,0	42,4	24,6	0,0	0,4	0,0	166,2
1957	0,0	0,0	0,0	0,0	248,0	10,6	61,6	11,7	19,5	0,0	0,0	23,8	375,2
1958	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	100,2	23,5	59,3	2,5	0,2	0,2	0,0	235,9
1959	0,0	0,0	0,0	12,5	14,6	66,1	11,5	48,2	0,0	0,0	0,0	0,0	152,9
1960	0,0	0,0	0,0	0,0	13,1	45,6	19,6	24,5	0,4	0,0	0,0	0,0	103,2
1961	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	115,9	15,7	73,8	1,8	16,3	0,0	0,4	226,8
1962	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	65,7	1,5	9,1	1,0	9,2	0,0	0,0	86,5
1963	11,2	0,0	0,0	0,0	19,8	17,3	49,9	51,9	104,8	3,4	5,1	0,0	263,4
1964	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,4	9,8	46,3	0,0	0,2	0,0	0,0	105,7
1965	0,0	0,0	0,0	7,7	28,5	0,6	164,4	137,1	0,0	0,0	0,0	0,0	338,3
1966	0,0	0,0	0,0	9,0	0,0	132,3	53,9	13,2	0,8	0,0	6,6	0,0	215,8
1967	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	22,8	46,7	10,5	39,7	0,0	0,0	0,0	123,0
1968	0,0	0,0	0,0	0,0	32,8	0,0	11,2	13,9	0,0	0,0	0,0	0,0	57,9
1969	0,0	0,0	0,0	12,9	0,0	19,8	0,7	22,4	0,0	0,0	0,0	0,0	55,8
1970	0,0	0,0	0,0	0,0	64,1	0,6	50,9	8,4	5,8	5,2	0,0	0,0	135,0
1971	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	52,3	0,0	29,1	9,8	0,0	0,0	0,0	92,5
1972	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	188,6	50,8	88,9	16,7	2,1	0,0	0,0	354,5
1973	0,0	0,0	0,0	1,1	31,7	29,8	29,5	0,0	0,0	28,6	5,7	0,0	126,4
1974	0,0	0,0	0,0	0,0	22,5	99,6	0,0	0,3	21,2	0,0	0,0	0,0	143,6
1975	0,0	0,0	0,0	0,0	19,3	3,4	58,5	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	90,2
1976	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	2,0	15,5	1,0	30,7	10,0	0,0	0,0	79,2
1977	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	33,0	124,3	20,6	0,0	18,1	0,0	0,0	202,0
1978	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	102,0	2,0	34,5	0,0	30,0	0,0	172,0
1979	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	0,0	9,5	15,5	6,5	0,0	0,0	0,0	37,0
1980	0,0	0,0	0,0	53,0	0,0	53,0	66,0	10,0	33,0	41,5	0,0	0,0	256,5
1981	0,0	0,0	0,0	0,0	59,2	48,0	11,0	7,5	5,0	0,0	0,0	0,0	130,7
1982	0,0	0,0	9,5	0,0	69,8	79,5	61,7	64,5	6,5	0,0	0,0	0,0	291,5
1983	0,0	0,0	1,0	2,5	10,2	33,0	130,3	27,9	8,2	0,0	0,0	0,0	213,1
1984	0,0	0,0	4,0	0,0	23,5	0,0	241,4	7,0	9,1	1,0	0,0	0,0	286,0
1985	0,0	0,0	0,0	6,5	7,5	0,2	31,0	5,5	0,1	4,5	0,0	0,0	55,3
1986	0,0	0,6	0,0	0,1	97,6	32,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	130,5
1987	0,0	0,0	1,0	0,0	42,6	29,0	286,5	135,8	4,0	14,5	0,0	0,0	513,4
1988	0,0	0,0	3,1	0,0	2,0	10,4	24,6	12,1	2,5	0,0	3,0	0,0	57,7
1989	0,0	0,0	0,0	0,0	33,8	0,0	29,6	40,4	0,5	0,0	0,0	0,0	104,3
1990	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	43,2	5,0	13,5	0,0	1,0	0,0	64,4
1991	0,0	0,0	0,0	0,5	38,0	109,5	32,8	0,0	19,0	0,0	0,0	0,0	199,8
1992	0,0	0,0	16,7	11,5	23,5	156,0	0,0	85,0	14,0	0,0	0,5	0,0	307,2
1993	0,0	0,0	0,0	40,5	67,0	5,0	25,5	22,0	1,0	1,5	0,0	0,0	162,5
1994	0,0	0,0	0,0	0,0	6,5	17,0	44,5	3,0	1,0	0,0	0,0	0,0	72,0
1995	9,5	0,0	0,0	9,5	0,0	17,2	36,5	16,0	4,5	0,5	0,0	0,0	93,7
1996	0,0	0,0	0,0	20,0	1,5	9,5	56,0	8,4	0,0	0,5	0,0	0,0	95,9
1997	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	208,0	13,5	123,5	9,5	40,5	1,5	0,0	436,5
1998	0,0	0,0	0,0	5,5	1,0	8,0	0,0	0,3	1,0	0,0	0,0	0,0	15,8
1999	0,0	0,0	2,5	1,0	10,0	15,0	6,0	53,0	42,5	11,0	7,0	0,0	148,0
2000	0,0	0,0	0,0	0,5	34,0	137,0	11,2	0,0	69,0	0,0	0,0	0,0	251,7
2001	0,0	0,0	0,0	2,5	28,0	0,0	131,4	33,0	3,5	6,5	0,0	0,0	204,9
2002	0,0	0,0	0,0	7,0	65,8	160,0	107,0	49,5	1,5	0,0	0,0	0,0	390,8
2003	0,0	0,0	0,0	0,0	63,0	18,0	17,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	103,0